REVUE
DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE ET D'ENTOMOLOGIE AGRICOLE
DE
FRANCE

TOME XXXV - 1956

(Fondée en 1914 par L. MANGIN)

Bulletin trimestriel de la Société de Pathologie végétale et d'Entomologie agricole de France
SIÈGE SOCIAL : INSTITUT PASTEUR
25, RUE DU DOCTEUR-ROUX, PARIS (XV^e)

OUVRAGE PUBLIÉ AVEC LE CONCOURS DU
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

LIBRAIRIE LE FRANÇOIS
91, BOULEVARD SAINT-GERMAIN — PARIS (VI^e)

SOMMAIRE

CHEVAUGEON (J.) : L'anthracnose des *Crotalaria* en Côte-d'Ivoire, p. 3. — *Id.* : Le flétrissement des *Crotalaria* en Côte-d'Ivoire, p. 8. — DAVATCHI (A.) : *Chalcidoidea* nuisibles au Pistachier en Iran, p. 17. — GALICHET (P. F.) : Facteurs de réduction d'une popu'ation de *Dysdercus (Hem.)*, p. 27. — BILIOTTI (E.) : Biologie de *Phryxe caudata (Dipt. Larvaevoridae)*, p. 50. — *Bibliographie*, p. 66.

L'ANTHRACNOSE DES *CROTALARIA JUNCEA* L. EN COTE D'IVOIRE

PAR

J. CHEVAUGEON

En moyenne, 14 % seulement des semences de *Crotalaria juncea* L. récoltées à Adiopodoumé à la fin de la campagne de 1954 ont levé normalement. L'examen de ces semences révèle la présence d'un micromycète.

Leur surface présente, de façon assez exceptionnelle, des acervules pourvus de soies. Plus constamment, des hyphes hyalins, étroitement cloisonnés, se groupent sous la cuticule et souvent la font éclater; quelques-uns, plus allongés, s'insinuent entre les cellules tégumentaires, et parfois dans leur lumière, ce qui ne paraît possible que très précocement, avant leur sclérification. Une couche mycélienne continue tapisse l'espace libre entre le tégument et la graine, surtout au voisinage du micropyle et du hile. Enfin, des hyphes serpentent dans les vestiges de l'albumen, entre les téguments et l'albumen, entre l'albumen et les cotylédons et dans l'espace intercotylédonaire. C'est au voisinage de la radicule que les vestiges de l'albumen sont le plus fréquemment envahis.

L'embryon est plus rarement parasité, mais il peut être entièrement envahi et détruit. Dans les cas les plus graves, la semence est réduite à ses enveloppes déformées et profondément ridées.

L'observation des jeunes plants de crotalaire survivants ne permet de déceler que peu de signes foliaires de l'anthracnose, mais il existe à la base, près du collet, une zone ridée, blanc grisâtre à verdâtre, qui peut ceinturer la tige sur une hauteur de 4 à 6 cm; cette zone présente un ou plusieurs ensembles de lignes circulaires ou allongées en fuseau,

concentriques, noirâtres, formées par les acervules. La limite de la nécrose est marquée, vers le haut, par une bande jaune verdâtre, de 1 à 2 mm de large, qui tranche sur le vert profond des parties apparemment saines de la tige.

Une coupe transversale de la base de la tige montre que le bois est longtemps respecté; c'est seulement après la mort de la plante qu'il est envahi par *Lasiodiplodia theobromae* (PAT.) GRIFF. et MAUB.; par contre, le cambium et le liber sont très tôt détruits. Des hyphes hyalins, de 2,8 à 4,5 μ de diamètre, longtemps intercellulaires, s'insèrent entre les faisceaux de fibres et circulent dans le parenchyme cortical.

Dans la partie profonde de ce tissu, elles conservent encore, après sa désorganisation, la disposition en réseau des squelettes cellulaires qui disparaissent parfois. A la périphérie, les parois des cellules de l'hôte sont peu visibles dans le tapis mycélien qui atteint de 30 à 70 μ d'épaisseur; les hyphes qui le composent sont sensiblement parallèles à l'épiderme de l'hôte et surtout orientés perpendiculairement aux génératrices de la tige.

Au niveau des acervules, la couche d'hyphes superficielle donne naissance à un massif compact de petites cellules polygonales, hyalines, isodiamétriques en profondeur, mais devenant vers l'extérieur plus longues que larges et orientées en files perpendiculaires à l'épiderme de l'hôte. Les derniers éléments de chacune de ces files de cellules groupées en palissade constituent les sporophores. Les soies naissent dans la partie la plus profonde de la couche de cellules polygonales.

Si l'on admet que les sporophores ont leur origine au même niveau que les soies, ce qui est bien visible chez *Colletotrichum glœosporioides* PENZ., par exemple, il faut également admettre que ceux de la présente espèce sont cloisonnés et ramifiés, leur hauteur pouvant atteindre 40 μ. Le dernier article, sur lequel se différencie la spore, mesure 11,5-17,2 × 2,5-3,6 μ.

Les conidies sont entières, hyalines, acrogènes, falciformes, plus effilées au sommet qu'à la base : 24,6 × 3,2 (20,1-27,4 × 2,8-4,1) μ.

Les soies sont brunes à brun-noir, septées, mais à septation masquée par leur opacité, enflées à la base, amincies à l'apex; longueur : 80-173 μ; diamètre, à la base : 7,2-8,7 μ, à l'apex : 2,9-4,3 μ.

L'isolement de ce champignon en culture pure est aisé, aussi bien à partir des semences que des lésions des tiges. Au mycélium aérien grisâtre sont mêlés de très nombreux acervules dont les spores mesurent, après soixante jours de culture sur bouillon de papaye gélosé : 24,5 × 3,0 (20,8-27,8 × 2,6-3,7) μ.

Trois agents d'anthracnose ont été décrits sur *Crotalaria juncea* L. MASSEE (*Bull. Bot. Garden Kew*, p. 198, 1913) a nommé *Glœosporium crotalariae ;* ce champignon provoque sur les jeunes rameaux des taches subcirculaires puis irrégulières, brunes, à centre gris. Ces symptômes, l'absence de soies dans les acervules, la forme des conidies, oblongues-

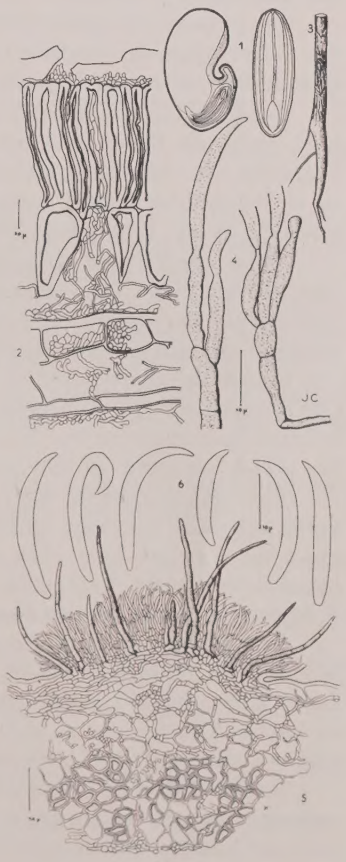
ellipsoïdes, et leurs dimensions (25-28 × 7-8 μ) écartent ce micromycète de l'espèce présente en Côte d'Ivoire.

Colletotrichum crotalariae décrit par PETCH (*Ann. R. Bot. Gard. Peradeniya*, VI, p. 239, 1916) à Ceylan attaque la tige : les plants flétrissent, perdent leurs feuilles et virent au noir brunâtre. Ses conidies oblongues, de 15-18 × 5,5-8 μ le différencient du parasite observé à Adiopodoumé.

Plus récemment, à la Trinidad, BRIANT et MARTYN (1929) ont proposé le nom de *Colletotrichum curvatum* pour une espèce à spores falciformes dont les caractères morphologiques et biométriques sont étroitement comparables à ceux du champignon isolé en Côte d'Ivoire.

Pour ces deux auteurs, aux Antilles, et pour MITRA (1937), aux Indes, l'anthracnose provoquée par *Colletotrichum curvatum* est essentiellement une maladie des plantules. Mais en Côte d'Ivoire les dommages sont les plus élevés sur les semences, à la levée, et en cours de végétation, au collet. Cependant l'identification du parasite a été confirmée par des inoculations expérimentales effectuées sur des graines, des plantules et des plants adultes : les signes diagnostiques de la maladie des plantules sont identiques à ceux observés aux Antilles et aux Indes.

Des semences apparemment saines sont désinfectées extérieurement par immersion dans une solution de sublimé corrosif au millième pendant dix minutes; elles sont ensuite lavées trois fois à l'eau stérile puis introduites dans des boîtes de Petri contenant du sable stérile humide, à une température de 25° C± 0°5.



Colletotrichum curvatum BRIANT et MARTYN.

FIG. 1 : Coupes schématiques d'une semence de *Crotalaria juncea* L.; les tissus envahis par le parasite sont marqués en pointillé. FIG. 2 : Coupe transversale dans les téguments séminaux. FIG. 3 : Attaque du collet. FIG. 4 : Sporophores. FIG. 5 : Coupe transversale de la tige de *Crotalaria juncea* L. au niveau d'un jeune acervule. FIG. 6 : Spores.

Une suspension de spores du parasite est pulvérisée sur ces graines. Cinq jours plus tard, 58 % d'entre elles ont émis leur radicule mais toutes celles-ci sont attaquées et c'est uniformément leur pointe qui est envahie : elle est de diamètre réduit, colorée en beige ou en brun plus ou moins foncés et porte souvent déjà quelques acervules noirs.

En coupe, on voit le sommet végétatif de la radicule remplacé par un amas d'hyphes hyalins au centre, brun clair à la périphérie, très cloisonnés, formant un plectenchyme dans lequel on distingue mal les vestiges des cellules de l'hôte. Au-dessous de cette zone totalement détruite existe une barrière de cellules réduites à leur paroi et colorées en brun jaune. Cette barrière marque la limite des tissus envahis. Plus bas encore, on note parfois une enflure de la jeune racine; elle correspond à la zone de différenciation d'une nouvelle radicule de remplacement.

La dissection des graines qui n'ont pas germé après une semaine montre que la pointe de leur radicule a été tuée avant sa sortie hors des téguments séminaux.

La présence de spores de *Colletotrichum curvatum* BRIANT et MARTYN sur l'enveloppe des graines peut donc, dans des conditions favorables d'humidité, entraîner la perte totale du semis.

Le dépôt de conidies sur les plantules, entre un et cinq jours après leur sortie de terre, provoque également leur destruction complète : l'attaque est visible sur les cotylédons quarante-huit heures plus tard; ils sont humides, noirs, enroulés sur eux-mêmes, puis la jeune tige se plie vers le sol, à quelques millimètres au-dessous des cotylédons.

Si les spores sont déposées sur des plantules âgées de sept jours, elles déterminent l'apparition de plages brunâtres, molles, sur l'axe hypocotylé et sur les cotylédons qui flétrissent; certains de ceux-ci tombent prématurément dès le second jour qui suit le dépôt des spores. Les coupes montrent alors le cheminement de l'hyphe de germination à travers l'ostiole des stomates, mais le mycélium s'insinue déjà entre les cellules épidermiques et, dès le quatrième jour, il atteint le liber. 81 % des plants meurent en une semaine.

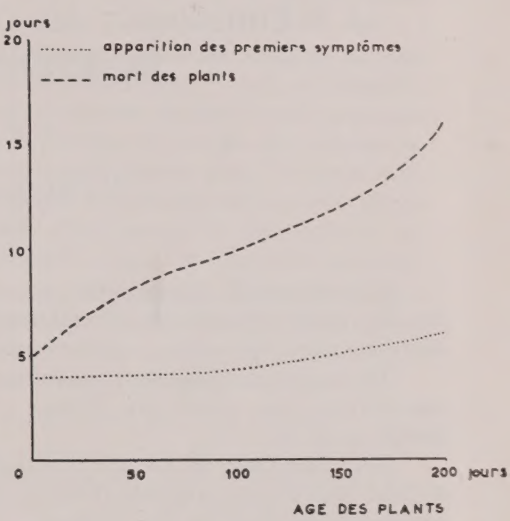
Les plants âgés de 18 jours sont déjà moins sensibles. Quelques feuilles jeunes tombent quarante-huit heures après l'inoculation. La mort ne survient que chez 37 % de ces plants, par destruction du sommet végétatif. Les autres présentent des lésions des feuilles et de la tige mais ils survivent encore après deux mois.

Les plants prêts à fleurir ne manifestent que des symptômes bénins : les feuilles infectées portent des taches brun grisâtre à brun foncé, arrondies ou irrégulières, qui confluent et peuvent les envahir en entier. Ces feuilles se détachent, mais les feuilles de nouvelles formations sont saines et le demeurent jusqu'à la récolte.

La sensibilité de *Crotalaria juncea* L., aux attaques de *Colletotrichum curvatum* BRIANT et MARTYN décroît donc rapidement avec l'âge. Ceci est tout à fait parallèle aux observations de MITRA aux Indes.

Selon cet auteur, les semis effectués avant les pluies échappent à la maladie tandis qu'un ciel couvert et des pluies constantes la favorisent au maximum, surtout si le semis est très dense.

BRIANT et MARTYN, qui ont les premiers étudié cette anthracnose et découvert son agent, ont tenté de la combattre en trempant les semences dans une solution de formaldéhyde du commerce au 1/320e pendant dix minutes, sans succès. MITRA a obtenu de meilleurs résultats en désinfectant les semences avec une solution aqueuse d'Upsulum à 0,25 % pendant trente minutes. Par contre, selon lui, les pulvérisations sur les plantules ne les protègent pas efficacement. Il a expérimenté les bouillies bordelaise et bourguignonne, le Shirlan à 0,25 % et le vert malachite en solution aqueuse au 1/10 000e. La bouillie bordelaise à 1 % est le seul fongicide qui ait retardé la destruction des plantules infectées expérimentalement.



En Côte d'Ivoire, nous avons tenté la désinfection chimique des semences avec de nombreux produits commerciaux. Les meilleurs résultats ont été obtenus par poudrage avec l'éthyl-mercure-para-toluène-sulfonanilide à 7,7 % de produit actif, à raison d'une partie, en poids, pour 500 parties de semences. Le pourcentage de plantules viables a été porté de 14 % chez les témoins non traités à 42 % chez les semences traitées.

(Institut d'Enseignement et de Recherches tropicales Adiopodoumé, Côte-d'Ivoire).

BIBLIOGRAPHIE

BRIANT (A.K.) et MARTYN (F.B.). — Diseases of cover crop. *Trop. Agriculture*, VI, 9, pp. 258-260, 1929.

GALLOWAY (L.D.). — India : new plant diseases recorded in 1935. *Int. Bull. Pl. Prot.*, X, 6, pp. 121-122, 1936.

GALLOWAY (L.D.). — Report of the Imperial Mycologist. *Sci. Rept. agric. Res. Inst., New Dehli*, 1935-36, pp. 105-111, 1937.

HOPKINS (J.C.F.). — Summary of Annual Report for the Branch of Botany and Plant Pathology for the Year ended 30th September, 1950. *Rhod. Agric. J.*, XLVIII, 5, pp. 454-459, 1951.

MITRA (M.). — An Anthracnose disease of Sann-Hemp. *Indian J. agric. Sci.*, VII, 3, pp. 443-449, 1937.

LE FLÉTRISSEMENT DES *CROTALARIA JUNCEA* L. EN COTE-D'IVOIRE

PAR

J. CHEVAUGEON

Chaque année, depuis 1949, nous avons constaté en Côte-d'Ivoire des fanaisons brusques des *Crotalaria juncea* L. utilisées comme plante de couverture ou comme culture intercalaire dans les assolements.

Trois parasites sont responsables de ce type d'affection : *Fusarium vasinfectum* ATK., *Corticium Rolfsii* (SACC.) CURZI et *Ceratocystis fimbriata* E. et H.

Jusqu'en 1952, *Fusarium vasinfectum* ATK. fut l'agent destructeur de très loin le plus nuisible. Depuis, il a régressé et il a actuellement pratiquement disparu des champs.

Corticium Rolfsii (SACC.) CURZI a toujours conservé la même importance. Chaque année, aux deux saisons des pluies, dans la zone des forêts denses, il attaque non seulement les crotalaires (*Crotalaria juncea* L., *C. retusa* L., *C. striata* D. C.) et certaines autres plantes de couverture (*Cajanus indicus* SPR., *Canavalia gladiata* D.C., *Canavalia ensiformis* D.C., *Mucuna utilis* WALL. EX-WRIGHT), mais aussi des cultures vivrières (*Lycopersicon esculentum* MILL., *Phaseolus vulgaris* L., *Solanum melongena* L., *Manihot utilissima* POHL., *Cymbopogon citratus* STAPF., *Arachis hypogea* L.) et les jeunes palmiers à huile en pépinières.

Attaquant les *Crotalaria juncea* L., il provoque la pourriture rapide du collet de la tige près du niveau du sol, d'où résulte un jaunissement du feuillage, puis sa chute, l'affaissement et la mort du plant.

Par temps humide, des pieds âgés de 16 jours sont détruits expérimentalement en l'espace d'une semaine : des sclérotes sont déposés dans le sol au voisinage du collet; dès le cinquième jour, le mycélium auquel ils ont donné naissance forme déjà un manchon blanc autour de la tige sur 5 cm de hauteur; le septième jour, des sclérotes, encore blancs, se différencient au contact du collet qui est en voie de pourriture; à ce niveau, le poids du feuillage entraîne la courbure, puis la chute de la tige sur le sol.

Les plants tués par *Corticium Rolfsii* (SACC.) CURZI forment dans les champs des plages dénudées dont la surface ne s'accroît pas sensiblement d'une année sur l'autre.

REVUE DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE
ET D'ENTOMOLOGIE AGRICOLE DE FRANCE
T. XXXV - N° 1 - JANVIER-MARS 1956

Au contraire des deux précédents parasites, *Ceratocystis fimbriata* E. et H. est apparu récemment, probablement en 1952, et ses dégâts n'ont pas cessé d'augmenter depuis cette date. Certaines parcelles ont été totalement détruites en octobre 1954, au cours de la petite saison des pluies.

Le premier symptôme apparent de cette affection consiste en une tache noirâtre, légèrement déprimée, habituellement ovale ou fusoïde, allongée selon l'axe de la tige, et dont la moitié tournée vers le sommet de la plante est fréquemment étirée en flamme de bougie. En continuité avec cette première macule, d'autres apparaissent dans les jours suivants sur la même génératrice. Les plages les plus anciennement nécrosées se couvrent par temps humide d'efflorescences gris cendré, se crevassent parfois et s'étendent lentement jusqu'à former une ceinture.

Une coupe longitudinale montre une coloration noire de l'écorce et du très jeune bois de la base de la tige, du collet et souvent d'une ou de plusieurs racines latérales. Plus tard, cette coloration noire s'étend au bois âgé et à la moelle, jusqu'aux parties hautes de la plante.

Peu après l'apparition de la première lésion, les feuilles basses jaunissent; la marge de leur limbe s'enroule vers le bas et elles s'inclinent peu à peu vers le sol, puis tombent après d'être desséchées. La maladie progressant, les feuilles hautes perdent à leur tour leur turgescence, mais elles ne se détachent généralement pas avant la dessiccation de la plante entière.

Une coupe transversale de la base de la tige révèle les troubles pathologiques suivants : l'épiderme est mort, soulevé par des masses mycéliennes brunes à l'emplacement du parenchyme cortical et, çà et là, il est déchiré par des conceptacles pourvus d'un très long col. Le liber, le cambium et le jeune bois sont également remplacés par des nappes d'hyphes bruns. On ne rencontre que quelques filaments hyalins dans le parenchyme ligneux et dans la lumière des vaisseaux; ces derniers ne sont que rarement obturés. Par contre, les cellules des rayons médullaires et de la moelle sont bourrées de mycélium brun et de spores brunes à parois épaisses.

Ces spores peuvent se former dans tous les tissus, mais elles ne sont nulle part plus abondantes que dans les cellules des rayons médullaires. Ceux-ci constituent d'ailleurs la voie de pénétration la plus empruntée, à partir de laquelle les hyphes progressent à la fois vers le centre de la tige et, de part et d'autre, horizontalement, dans le tissu ligneux. Ceci au début de la maladie car, ensuite, les vaisseaux sont envahis et la progression du parasite devient alors infiniment plus rapide que le lent cheminement des premières phases de l'infection. C'est l'envahissement de l'épiderme et du parenchyme cortical, parallèlement à la surface, qui donne naissance aux lésions noires visibles de l'extérieur.

Les isolements effectués à partir des tissus nécrosés fournissent six champignons, dans les proportions suivantes :

Fusarium semitectum BERCK. et RAV. var. *majus* WR. . .	4 %
Fusarium solani (Mart.) APP. et WR. var. *eumartii* WR.	4 %
Phomopsis sp	5 %
Fusarium cœruleum (LIB.) SACC.	14 %
Fusarium solani (MART.) APP. et WR. var. *minus* WR. .	18 %
Ceratocystis sp	55 %

En culture pure, sur les milieux gélosés usuels, ce *Ceratocystis* produit trois types distincts de spores : des endoconidies hyalines, des endoconidies brunes ou macrospores et des ascospores.

Le mycélium brun olive, de 2,9 à 9,4 μ de diamètre, porte des conidiophores ramifiés et leurs phialides forment les deux types de conidies.

Les endoconidies hyalines sont entières, cylindriques, à extrémités d'abord nettement carrées, puis adoucies aux angles. Elles demeurent quelque temps liées en chaîne après leur émission. Recueillies dans une culture sur bouillon de papaye gélosé, elles mesurent : 16,2 × 4,2 (10,8-27,4 × 2,9-5,8)μ; sur bouillon de maïs gélosé, elles sont à la fois plus longues et plus larges : 18,8 × 5,5 (8,6-36,0 × 4,3-7,2)μ, et la culture dégage une odeur de fruit très mûr voisine de celle de la banane.

Les macrospores sont également entières, mais généralement sphériques ou elliptiques, brun olive, à parois épaisses pouvant atteindre 1,5μ, et elles possèdent souvent un apicule à l'une ou aux deux extrémités. Sur bouillon de papaye gélosé, leurs dimensions sont de : 12,7×11,6 (9,4-15,8×9,4-13,0)μ. Les chaînes conidiennes sont toujours courtes et les phialides qui les produisent sont différentes des phialides productrices de spores hyalines.

Les périthèces, qui sont nombreux sur les lésions, sont également présents en grande abondance en culture pure. Ils sont noirs, avec un corps sphérique, de 62 à 192 μ de diamètre et de 84 à 203 μ de hauteur, surmonté d'un col long grêle, fimbrié au sommet, de 288 à 660 μ de haut et de 22 à 26 μ de large. Les 10 à 12 soies rigides qui coiffent le col mesurent de 22 à 37 μ de longueur. Les ascospores sont expulsées en une masse gris rosâtre qui forme une gouttelette muqueuse au sommet du col. Observées isolément, elles sont hyalines, ovoïdes et munies d'une collerette par laquelle elles s'accolent fréquemment deux à deux ; longueur : 7,5 (6,5-8,6)μ; largeur : 4,2 (3,6-5,0)μ, Les asques, diffluentes, n'ont pas été vues.

Ces caractères sont ceux de *Ceratocystis fimbriata* ELLIS et HALSTEAD (*Bull. N. Jersey Agric. Stat.* 76, page 14, 1891) dont la synonymie est abondante : *Sphaeronema fimbriatum* (E. et H.) SACC., *Ophiostoma fimbriata* (E. et H.) NANNFELDT, *Endoconidiophora fimbriata* (E. et H.) DAVID., *Ceratostomella fimbriata* (E. et H.) ELLIOTT.

Les tiges anciennement attaquées portent souvent *Lasiodiplodia theobromae* (PAT.) GRIFF. et MAUB. qui achève leur destruction. Les pycnides sont le plus souvent distantes les unes des autres, mais elles sont reliées entre elles par un réseau très dense d'hyphes épais de 10 à 35 µ. Ces pycnides reposent sur les fibres péricycliques. Fréquemment les tissus plus superficiels disparaissent: l'emplacement du liber et du cambium n'est plus marqué que par un manchon d'hyphes entrelacés et des filaments mycéliens fuligineux envahissent le bois et la moelle.

Les isolements tentés à partir des tissus voisins de ceux présentant des signes de nécrose sont sans résultat ou bien ne permettent d'isoler qu'un seul micromycète : *Ceratocystis fimbriata* E. et H. Le rôle pathogène de ce champignon peut donc être soupçonné. Il a été confirmé par des infections expérimentales avec les six espèces observées.

Des plants âgés de 25 jours reçoivent un fragment de culture pure dans une blessure du collet, ou bien ce fragment est simplement déposé au contact de la base de la tige. Dans les deux cas, les plants demeurent parfaitement sains et le sont encore soixante jours plus tard lorsque les champignons testés sont *Fusarium cœruleum* (LIB.) SACC., *F. semitectum* BERK. et RAV. var. *majus* WR., *F. solani* (MART.) APP. et WR. var. *minus* WR. ou *F. solani* (MART.) APP. et WR. var. *eumartii* WR.

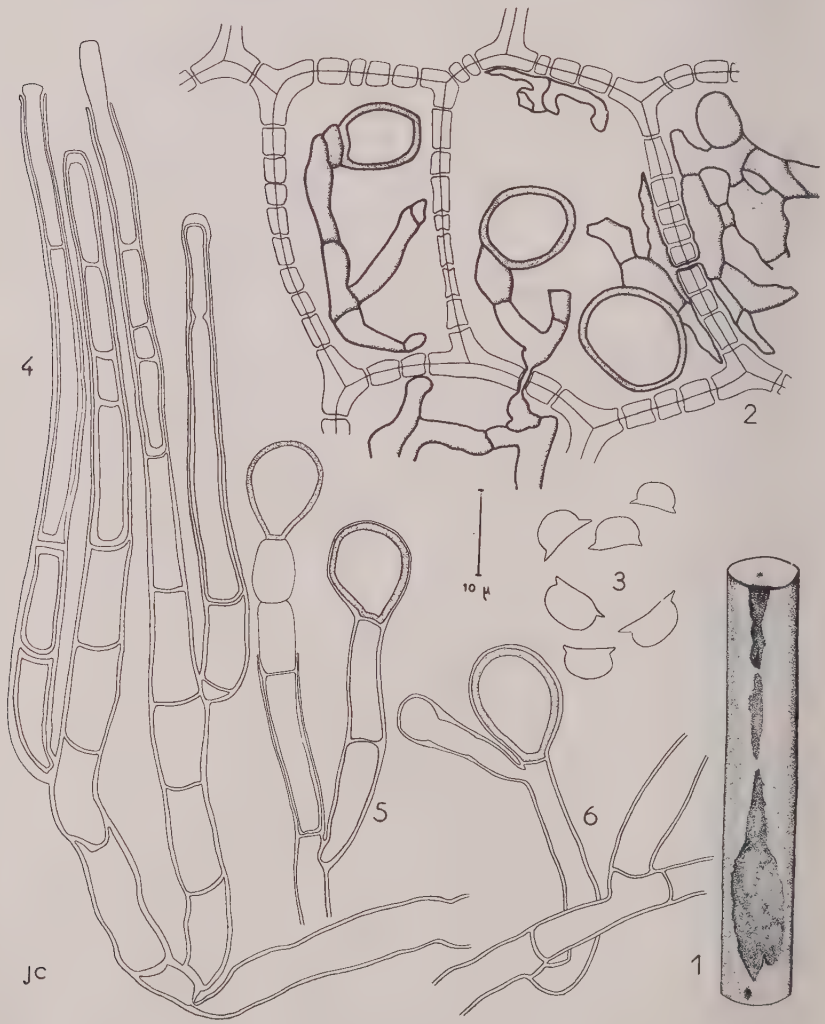
Lorsque *Phomopsis sp.* est inoculé par blessure du collet, on note, entre le second et le cinquième jour, une perte de turgescence du feuillage. Le flétrissement est temporaire et s'atténue peu à peu puis disparaît vers le vingtième jour, mais les feuilles sont moins vertes que celles des témoins, la chlorose étant plus nette à la base qu'au sommet du plant. Quelques feuilles basses tombent plus tôt que chez les témoins. Mais tous les plants recouvrent apparemment la santé et, après le quarante-cinquième jour, il n'est plus possible de réisoler *Phomopsis sp.* à partir des tissus du collet.

Un autre lot de *Crotalaria juncea* L. issu du même semis que les précédents et âgé de 25 jours reçoit, près des collets, sans aucune blessure, des fragments d'une souche de *Ceratocystis fimbriata* E. et H. prélevés dans une culture de douze jours. Le sixième jour, une nécrose noirâtre apparaît au niveau du sol: le onzième jour, alors que d'autres lésions sont apparues au-dessus, les feuilles fanent. Dix-sept jours après le dépôt de la culture dans le sol, les tiges sont sèches et mortes: les lésions noires ont alors confluë : elles atteignent de 4 à 7 cm de hauteur et ceinturent complètement les tiges.

D'autres crotalaires, du même âge, sont blessées jusqu'au cambium avec un scalpel flambé, après désinfection externe de la base de la tige. Dès le lendemain, les feuilles sont molles et commencent à s'incliner vers le sol. Le quatrième jour, elles sont enroulées sur leur marge et elles pendent verticalement: selon les sujets, la plage nécrosée développée autour de la blessure atteint de 15 à 30 mm de longueur: sur l'un des plants, une lésion secondaire fusiforme apparaît à 40 mm

au-dessus de la première. Le cinquième jour, la dessiccation des feuilles et des tiges s'accélère, les nécroses ceinturant les collets. Le septième jour, les derniers plants meurent.

Il est ainsi démontré qu'une culture pure de *Ceratocystis fimbriata*



Ceratocystis fimbriata ELLIS et HALSTEAD.

FIG. 1 : Nécrose de la base de la tige. FIG. 2 : Coupe dans un rayon médullaire. FIG. 3 : Ascospores. FIG. 4 : Conidiophores et endoconidies hyalines. FIG. 5, 6 : Conidiophores et conidies colorées.

E. et H. permet et est seule capable de reproduire le flétrissement des crotalaires accompagné des symptômes observés au champ. L'introduction de ce parasite par une blessure n'est pas indispensable, mais la mort de l'hôte survient plus rapidement lorsqu'il porte une lésion profonde.

L'agent de cette affection a été déterminé pour la première fois comme étant *Ceratostomella fimbriata* (E. et H.) ELLIOTT (=*Ceratocystis fimbriata* E. et H.) par COSTA et KRUG (1935) qui l'ont observé au Brésil. Depuis, il a été signalé dans l'État de Minas Geraes par MULLER (1937) et par CHARDON, MILLER et MULLER (1940) et dans la région de Pernambouc par BATISTA (1947). Il ne semble pas que ce flétrissement de la crotalaire ait été jusqu'ici décelé hors du Brésil.

L'infection des *Crotalaria juncea* L. est possible à tous les âges, notamment lors de la germination des semences. L'attaque débute au voisinage du micropyle et la radicule est le premier organe envahi, mais elle l'est au niveau de l'assise pilifère et non près du sommet végétatif, comme cela se produit sous l'action de *Colletotrichum curvatum* BRIANT et MARTYN.

Le cinquième jour après la mise en contact des semences et d'une culture du parasite, le champignon est présent au centre de la radicule et il s'élève en direction des cotylédons, après avoir déjà parcouru, en moyenne, 10 mm. La zone la plus anciennement attaquée est couverte d'un revêtement mycélien blanc à grisâtre formé d'hyphes peu colorés portant un feutrage de phialides dressés: les endoconidies hyalines sont encore peu fréquentes, mais il y a de nombreuses ébauches de périthèces parvenues au stade de la différenciation du col.

A l'extérieur de la radicule, le mycélium est brun olive clair, épais, très étroitement cloisonné; il est plus clair et même hyalin, dans les cellules du parenchyme cortical: dans les tissus conducteurs, il est rare, grêle, variqueux, peu septé et hyalin.

La progression du parasite vers le sommet de la plantule se poursuit selon deux voies : à l'extérieur, il rampe en formant une sorte de fourreau, en même temps qu'il envoie jusqu'au centre de la radicule et de la jeune tige des hyphes qui se dirigent, elles aussi, vers le haut mais moins rapidement que le mycélium externe. Il y a des filaments dans les vaisseaux, mais ceux-ci ne constituent pas la seule voie de pénétration.

COSTA et KRUG (1935) ont montré qu'au Brésil la période d'incubation présentait de grandes variations selon l'âge de la plante. Par infection de plants de vingt jours, ils ont observé des temps d'incubation inférieurs à quatre jours; ces temps s'élèvent à quinze ou vingt jours chez les crotalaires de 4 mois.

Nous avons repris ces expériences sur des semences en germination et sur des pieds âgés de 15, 20, 45, 70 et 200 jours, blessés ou non.

L'époque d'apparition des premiers symptômes chez les crotalaires

non lésées varie considérablement selon les pieds, le temps écoulé entre le dépôt de la culture dans le sol et la prise de contact du parasite avec les organes souterrains de l'hôte étant lui-même très variable et incontrôlable.

Les temps d'incubation varient infiniment moins lorsque le contact du champignon et des tissus de l'hôte est assuré par une blessure. Ils s'élèvent faiblement, de quatre jours pour les plantules, à six jours pour les pieds âgés de 200 jours. Par contre, le temps qui s'écoule entre la manifestation des premiers symptômes et la mort des crotalaires infectées s'accroît fortement avec l'âge de la plante. Le graphique ci-dessous résume nos observations. Chez les plants les plus âgés, il peut même y avoir survie, *C. fimbriata* E. et H. demeurant alors localisé dans les lésions noires de la base et n'entraînant plus une flétrissure généralisée.

Ceratocystis fimbriata E. et H. est un parasite polyphage partout répandu dans la zone intertropicale. S'attaquant à l'hévéa, il provoque la pourriture des panneaux de saignée, ou *mouldy rot*, en Malaisie, à Java, à Sumatra, en Indochine, à Bornéo, au Mexique et au Congo belge. Parasitant la patate douce, il est l'agent de la pourriture noire des racines tubérisées et de la base de la tige *(black rot* et *black shank)* ; la maladie est surtout répandue aux États-Unis et au Japon, mais on la connaît aussi aux Antilles et en Nouvelle Zélande.

C. fimbriata E. et H. attaque encore les cabosses de cacaoyer à la Trinidad, le *Platanus occidentalis* et le *Platanus orientalis* aux États-Unis, le rachis des feuilles de cocotier aux Iles Seychelles.

PONTIS (1951) lui attribue un chancre du caféier d'Arabie très fréquent en Colombie; il rapproche cette affection du chancre décrit à Java par ZIMMERMANN en 1900 et provoqué, selon lui, par *Rostrella coffeae* ZIMM. Selon PONTIS, *Rostrella coffeae* ZIMM. serait synonyme de *C. fimbriata* E. et H. mais, à la suite de VON ARX, C. MOREAU n'admet pas ce point de vue et il renomme *Rostrella coffeae* ZIMM. : *Ceratocystis moniliformis* (HEDGC.) F. MOREAU forme *coffeae* (ZIMM.) C. MOREAU (1952).

OLSON et MARTIN (1949) ont montré que des cultures de *C. fimbriata* E. et H. isolées de l'hévéa au Mexique et de la patate douce aux États-Unis sont très semblables morphologiquement, mais que les formes isolées de l'hévéa ne sont pas pathogènes pour la patate douce et réciproquement. La souche de *C. fimbriata* E. et H. qui provoque le flétrissement de la crotalaire en Côte-d'Ivoire est-elle spécifique de cette plante, ou bien peut-elle parasiter d'autres végétaux ? Pour répondre à cette question, des infections expérimentales ont été tentées sur patate douce, hévéa et caféier.

Des racines saines d'*Ipomoea digitata* L., sans blessures apparentes, sont placées sous cloche en atmosphère très humide. Un premier lot

est blessé sur une profondeur de 10 mm; un second lot est simplement privé de son épiderme sur une surface de 1 cm²; un troisième lot ne subit aucune lésion. Sur toutes les racines, sont déposés des fragments de culture pure de *C. fimbriata* E. et H.

Le douzième jour, les témoins et les racines qui n'ont reçu qu'un simple dépôt de la culture sont sains; les légères blessures du second lot sont cicatrisées et il n'y a pas trace de pourriture; dans le lot qui a été inoculé en profondeur, un tiers des racines présente un noircissement des tissus sur 1 mm de large, au niveau de l'épiderme et un brunissement sur 1 à 3 mm autour des parties profondes de la lésion, les deux autres tiers des racines ont cicatrisé leurs plaies. Le trentième jour, la destruction des tissus n'a pas progressé.

Une suspension de spores de *C. fimbriata* E. et H. est pulvérisée à l'emplacement de jeunes pousses sectionnées au ras du tubercule. Aucun signe de nécrose n'apparaît après trente jours de conservation en chambre humide.

Des cultures de *C. fimbriata* E. et H. sur bois de caféier sont déposées, dans le sol, au contact de 60 plants d'*Ipomoea digitata* L. cultivés en serre; un pied sur deux est lésé au scalpel sur le collet et sur les racines. Après deux mois, tous les plants sont parfaitement sains.

Il semble donc qu'on ne puisse pas attribuer à la souche de *C. fimbriata* E. et H. isolée de *Crotalaria juncea* L. en Côte-d'Ivoire un pouvoir pathogène réel vis-à-vis de la patate douce.

Il en est de même à l'égard du *Coffea canephora* PIERRE. Une blessure profonde est infligée, à 4 cm au-dessus du sol, dans le tronc de caféiers âgés de 5 mois et un fragment de culture de *C. fimbriata* E. et H. est introduit dans cette blessure. Le quatrième jour, les feuilles du sommet sont molles et pendantes. Des plants sont sacrifiés le quinzième jour : les dissections montrent que le bois de cœur est marqué de brun au niveau de la blessure; les cellules brunies renferment des hyphes hyalins de 2 à 4 μ de diamètre, peu ramifiés et peu cloisonnés. Mais le léger flétrissement s'atténue peu à peu et, après huit mois, les 200 plants de caféier inoculés sont toujours sains et vigoureux.

L'inoculation croisée des hévéas fournit au contraire des résultats constamment positifs. Un lambeau d'écorce est arraché à la base d'hévéas de deux ans, après désinfection du tronc. Des spores de *C. fimbriata* E. et H. sont déposées sur la plaie après écoulement du latex et une chambre humide est vaselinée autour. Le quatrième jour, le champignon s'est implanté sur la blessure de saignée; il y forme un revêtement grisâtre à gris noir qui déborde un peu hors des limites des blessures. Les jours suivants, la pourriture des tissus gagne en profondeur et atteint le bois sur un peu plus d'un millimètre.

La souche de *Ceratocystis fimbriata* E. et H. présente sur les *Crotalaria juncea* L. en Côte-d'Ivoire n'est donc pathogène ni pour le caféier

ni pour la patate douce, mais elle est capable de reproduire les symptômes du *mouldy rot* sur l'hévéa.

Les plantations d'*Hevea brasiliensis* MUELL.-ARG. de Côte-d'Ivoire sont encore trop récentes pour être déjà en exploitation, mais la possibilité d'infection des panneaux de saignée par *Ceratocystis fimbriata* E. et H. est un danger dont il nous paraît utile de prévenir les planteurs.

(Institut d'Enseignement et de Recherches tropicales, Adiopodoumé, Côte-d'Ivoire).

BIBLIOGRAPHIE

Von ARX (J.A.). — Uber die Ascomycetengattungen *Ceratostomella* SACC. *Ophiostoma* SYD. und *Rostrella* ZIMMERMANN. *Antonie van Leeuwenhoek*, XVIII, pp. 201-213, 1952.

BAKER (R.E.D.). — Notes on Trinidad fungi. I. *Phytophthora*. *Trop. Agriculture Trin.*, XIII, 12, pp. 330-332, 1936.

BAKSHI (B.K.). — Studies on four species of *Ceratocystis*, with a discussion on fungi causing sap-stain in Britain. *Mycol. Pap.* nº 35, C.M.I., Kew, 1951.

BATISTA (A.C.). — *Ceratostomella fimbriata* (E. et H.) ELLIOTT sôbre *Crotalaria juncea* L. em Pernambuco. *Bol. Agric. Pernambuco*, XIV, 3, pp. 243-245, 1947.

CHARDON (C.E.), MILLER (J.H.) et MULLER (A.S.). — Ascomycetes from the State of Minas Geraes (Brazil). *Mycologia*, XXXII, 2, pp. 172-204, 1940.

COSTA (A.S.) et KRUG (H.P.). — Eine durch *Ceratostomella* hervorgerufene Welkekrankheit der *Crotalaria juncea* L. in Brasilien. *Phytopath. Z.*, VIII, 5, pp. 507-513, 1935.

DUPONT (P.R.). — Annual Report of the Seychelles Department of Agriculture for the year 1927, 5 pages, 1928.

FEAZELL (G.D.) et MARTIN (W.J.). — Studies on *Ceratostomella fimbriata* from Potato and Sycamore. *Phytopathology*, XL, 8, pp. 787, 1950.

JACKSON (L.W.R.). — A new disease of the Oriental Plane-Tree (*Platanus orientalis* L.) prevalent in the Philadelphia area. *Proc. nat. (U.S.) Shade Tree Conf.* 1935, pp. 77-79, 1935.

MELIN (E.) et MANNFELDT (J.A.). — Researches into the blueing of ground wood-pulp. *Svenska Skogvardsfören Tidskr.* 1934, nº 3-4, pp. 397-616, 1934.

MOREAU (C.). — Coexistence des formes Thielaviopsis et Graphium chez une souche de *Ceratocystis major* (VAN BEYMA) *nov. comb.* Remarques sur les variations des *Ceratocystis*. *Rev. Mycol.*, XVII, *suppl. colonial* nº 1, pp. 17-25, 1952.

MOREAU (F. et Mme). — Sur le développement de *Ceratocystis moniliformis* (HEDG.) *nov. comb. Rev. Mycol.*, XVII, 2, pp. 141-153, 1952.

MULLER (A.S.). — Brazil : new plant diseases reported in the State of Minas Geraes during 1936. *Int. Bull. Pl. Prot.*, XI, 8, pp. 174-175, 1937.

OLSON (E.O.) et MARTIN (W.J.). — Relationship of *Ceratostomella fimbriata* from the Hevea Rubber tree and Sweet Potato. *Phytopathology*, XXXIX, 1, p. 17, 1949.

PONTIS (R.E.). — A canker disease of the Coffee tree in Colombia and Venezuela. *Phytopathology*, XLI, 2, pp. 178-184, 1951.

SUR QUELQUES INSECTES NUISIBLES AU PISTACHIER EN IRAN

I. *HYMENOPTERA-CHALCIDOIDEA*

PAR

A. DAVATCHI

Le Pistachier, *Pistacia vera*, est l'objet d'une culture intense dans diverses régions de l'Iran et la production des pistaches occupe une place de plus en plus importante dans l'économie du pays car les possibilités d'exportation sur le marché mondial sont actuellement illimitées. Malheureusement, certaines années la production est gravement compromise par les dégâts considérables occasionnés par de nombreux insectes appartenant aux ordres des : Lépidoptères, Coléoptères, Homoptères, Hyménoptères, Thysanoptères, etc. Parmi eux, les Hyménoptères Chalcidiens présentent un intérêt particulier à la fois aux points de vue biologique et économique; ils sont représentés en Iran par deux espèces : *Eurytoma plotnikovi* NIKOLSKAYA et *Megastigmus pistaciae* WALKER (1), dont les larves attaquent les fruits durant leur croissance. La biologie de ces insectes était pratiquement inconnue jusqu'à ces dernières années, mais la nécessité de prévenir ou de limiter leurs dégâts, nous a conduit à élucider le cycle évolutif des deux espèces. En outre, nous avons jugé utile de donner également quelques précisions sur la morphologie de ces Chalcidiens.

Eurytoma plotnikovi NIKOLSKAYA 1934.
(Chalcidoidea-Eurytomidae).

DISTRIBUTION.

Iran (Ghazvin - Damghan-Kerman-Fars-Saveh-Khorassan-Naïn-Ghom).

(1) Nous remercions bien vivement M. CH. FERRIÈRE du Muséum d'Histoire naturelle de Genève, d'avoir bien voulu étudier nos matériaux et en particulier identifier ces deux espèces.

REVUE DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE
ET D'ENTOMOLOGIE AGRICOLE DE FRANCE
T. XXXV - N° 1 - JANVIER-MARS 1956

Asie centrale (Turkestan et Ghazaghistan).

Morphologie.

La femelle adulte mesure 4 à 4,5 mm. Le mâle est un peu plus petit (4 mm environ).

La couleur générale de l'insecte est brun rougeâtre avec des régions plus foncées. Les pattes, le scape et le pedicellus des antennes sont de couleur jaune foncé. Les articles du funicule sont brun jaunâtre.

La tête, de couleur noire, est plus large que le pronotum. Elle est inclinée vers le bas. Vue de face, elle est plus large que longue. Les trois ocelles sont bien visibles et placés en triangle sur le vertex.

Fig. 1 : ♀ adulte de *Eurytoma plotnikovi* nik.

Les antennes sont formées de 10 articles. Le scape est le plus long. Le pedicellus (2e article), distinctement coudé, est rétréci à la base. Sa longueur est égale au tiers de celle du scape. Le troisième article de l'antenne, appelé anneli, comporte deux parties : la pièce basale très courte et plus étroite que la suivante est dépourvue de poil, la pièce apicale de l'anneli porte des poils et est un peu plus étroite que le diamètre de l'article suivant. L'article 4 est le plus grand des articles du funicule. Il est trois fois plus long que large. Les articles 5 à 8 sont de taille décroissante. La massue se compose de deux articles incomplètement soudés, séparés par une suture très distincte, l'article

apical présente un étranglement vers son milieu mais aucune trace de suture. Chez les mâles, les articles du funicule sont de forme très particulière, nettement rétrécis à l'apex. L'antenne entière du mâle est de couleur très foncée, presque noire; elle porte des poils plus nombreux et plus longs que celle de la femelle.

Pièces buccales : la mandibule porte deux dents. Le palpe maxillaire est composé de quatre articles; les trois premiers sont subégaux, deux fois plus long que leur diamètre; le quatrième article est de diamètre croissant de la base à l'apex et tronqué obliquement. Le palpe labial comprend trois articles : le premier article est le plus long, progressivement élargi de la base à l'apex; le deuxième article est très court, plus large que long; le troisième article, fusiforme, est presque aussi long que le premier et trois fois plus grand que le second.

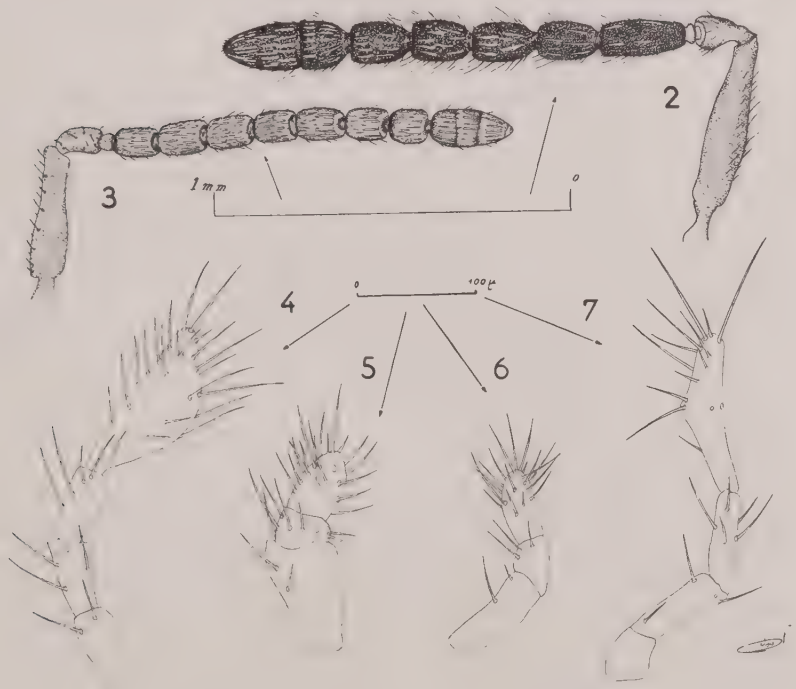


Fig. 2 : Antenne de la ♀ de *E. plotnikovi* NIK.
Fig. 3 : Antenne de la ♀ de *M. pistaciae* WLK.
Fig. 4 : Palpe maxillaire de *E. plotnikovi* NIK.
Fig. 5 : Palpe labial de *E. plotnikovi* NIK.
Fig. 6 : Palpe labial de *M. pistaciae* WLK.
Fig. 7 : Palpe maxillaire de *M. pistaciae* WLK.

Le pronotum est trois fois plus large que long. Deux taches latérales sombres et subcirculaires sont situées en avant du pronotum. Elles sont bien visibles sur les individus éclaircis à la potasse.

Les ailes sont transparentes. Les antérieures ont la nervure marginale plus longue que la radiale et à peu près égale à la postmarginale.

L'abdomen, de forme ovalaire, est légèrement plus court que le thorax. Le sixième anneau (quatrième visible) est une fois et demie plus long que le précédent. Son bord postérieur montre une large invagination vers l'intérieur de l'anneau.

Chez les mâles l'abdomen est plutôt sphérique. Il est relié au thorax par un segment médiaire plus long que chez la femelle. La larve est apode, de couleur blanche, formée, en plus de la tête, de 13 segments distincts. La forme générale est arquée et amincie aux deux extrémités. La tête, hémisphérique, porte des antennes très courtes. Les mandibules sont bien développées et portent chacune deux dents. La larve au terme de son développement mesure 7 à 8 mm.

Position systématique.

D'après les renseignements aimablement communiqués par M. Ch. Ferrière, il existe en Europe deux espèces d'*Eurytoma* inféodées au genre *Pistacia : E. terebenthi* rond., vivant sur les fruits de *Pistacia terebinthus* et *E. pistaciae* rond. sur *P. vera*. L'espèce iranienne par sa couleur générale et par la structure des antennes du mâle, diffère nettement de *E. pistaciae* rond mais elle est identique à *E. plotnikovi* nikolskaya. Cependant cet auteur mentionne dans sa bibliographie l'article d'Anagnostopulos où celui-ci a indiqué la présence de *E. pistaciae* rond. en Grèce. Malheureusement il ne nous est pas possible de dire actuellement quelle espèce d'*Eurytoma* existe en Grèce.

Biologie.

L'insecte passe l'hiver à l'état de larve du dernier stade à l'intérieur du fruit. Elle se transforme en chrysalide vers la fin avril à l'intérieur même du fruit. Cette transformation est très échelonnée et nous avons pu observer des chrysalides à l'intérieur des fruits desséchés de l'année précédente jusqu'au 23 juin à Ghazvin. Les adultes commencent à apparaître dès le début mai, mais l'éclosion massive se produit vers le 20 mai. L'époque des éclosions est très variable suivant les conditions climatiques; elle coïncide d'une façon générale avec l'apparition des jeunes fruits.

Pour sortir du fruit, l'insecte fait un trou circulaire de 1,2 mm de diamètre. Les adultes éclos au laboratoire étaient presque en totalité des femelles. Sur 260 adultes sortis, il y avait seulement 6 mâles.

La femelle, avant de pondre, pique avec sa tarière le pédoncule du fruit probablement pour en ralentir le développement et ensuite introduit ses œufs dans l'écorce du fruit. La femelle dépose générale-

ment un seul œuf par fruit. En tous cas l'on n'a jamais trouvé plus d'une larve à l'intérieur de chaque pistache.

La larve éclose attaque l'amande en formation en l'entamant par un bout mais sans s'y introduire. L'attaque de cette larve n'arrête pas le développement de la graine; ainsi la larve a de la nourriture à sa disposition jusqu'à la fin de son développement. L'évolution larvaire est très lente, elle s'interrompt pendant l'hiver; au début du mois de mars la larve reprend son activité et achève de dévorer l'amande, ne laissant à l'intérieur du fruit que des petits débris desséchés de l'endocarpe et un tas d'excréments granuleux et brunâtres.

Les fruits attaqués ont le péricarpe ridé et desséché et leur développement ralenti. La plus grande partie de ces fruits restent sur l'arbre et sont bien visibles après la chute des feuilles.

Importance économique et mesures de lutte.

Cet insecte peut être considéré comme l'un des plus nuisibles au pistachier cultivé. Ses dégâts dépassent parfois 50 % de la récolte totale.

Les applications d'insecticides n'ont jamais donné des résultats complets. L'insecte paraît être résistant au D.D.T. Les produits à base d'esters phosphoriques donnent une mortalité plus élevée. Cependant l'éclosion très échelonnée des adultes nécessite l'application de plusieurs traitements rapprochés, l'effet résiduel de ces produits étant très limité. D'après nos observations, la méthode la plus rationnelle de lutte serait le procédé mécanique qui consiste à ramasser pendant l'hiver tous les fruits attaqués restés sur les branches et ceux tombés sous les arbres. Il suffira de les brûler avant la sortie des adultes, c'est-à-dire avant le début d'avril. Cette pratique est assez facile et très efficace à condition de ne laisser aucun fruit attaqué. Il est en outre nécessaire qu'une action en commun soit entreprise dans tous les vergers d'une localité, sous le contrôle sévère des autorités communales ou gouvernementales.

Megastigmus pistaciae WLK. 1871

(Chalcidoidea-Callimomidae-Toryminae)

Syn. : *Trogocarpus ballestrerii* ROND. 1877.

Distribution.

Ce petit Hyménoptère se trouve dans la plupart des régions Sud de l'Europe. Il a été redécrit de l'Italie par RONDANI et signalé en Grèce par ANAGNOSTOPULOS. Les auteurs russes l'ont ramassé en Crimée, Caucase et dans l'Asie Centrale. En Iran, il a été récolté à Ghazvin, Damghan, Kerman, Ardekan (Yazd) et Khaf (Khorassan).

Plantes hotes.

Les auteurs russes (NIKOLSKAYA 1935) signalent cet insecte sur

Pistacia vera et *Corylus avellana*. En Iran, il n'a été récolté que dans les fruits du pistachier cultivé.

Morphologie.

Au cours des élevages répétés, nous n'avons obtenu que des femelles. D'ailleurs les mâles sont rares chez presque toutes les espèces du genre *Megastigmus*. Les caractères donnés ici se rapportent donc exclusivement aux femelles adultes.

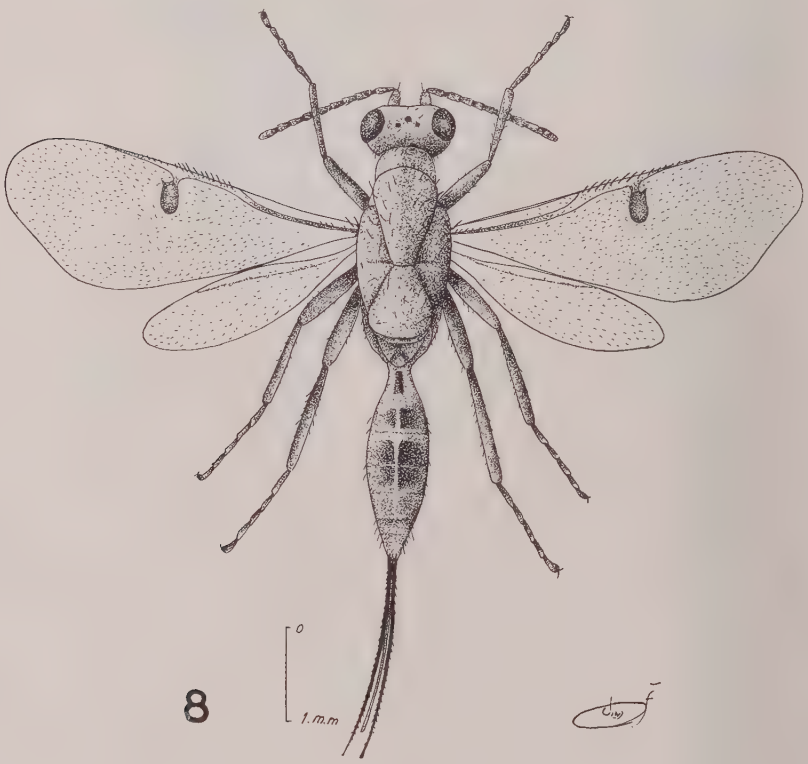


Fig. 8 : ♀ adulte de *Megastigmus pistaciae* Wlk.

L'insecte est de couleur générale jaune clair brillant et métallique, sauf la tarière qui est noirâtre et les yeux composés qui sont orange rougeâtre. On voit également quelques petites taches noires sur le thorax autour des points d'insertion des ailes, et des taches plus grandes confuses et enfumées sur les segments abdominaux. La taille de la femelle est très variable allant de 3 à 5,5 mm.

La tête est plus large que longue, les yeux sont petits et arrondis avec les joues en saillie.

Les antennes sont insérées au centre du front très près l'une de l'autre. Elles sont longues et filiformes, formées de 14 articles (y compris ceux de la massue). Le scape très long à base rétrécie porte sur sa face supéro-interne des rangées de poils assez longs. Le pedicellus est légèrement coudé. L'anneli, formé d'un seul article, est presque aussi long que large et de diamètre nettement plus petit que l'article suivant. Le funicule est formé de 7 articles cylindriques à pubescence assez dense et longue. Ces articles sont de taille faiblement décroissante (le premier article du funicule est deux fois plus long que large, le dernier est seulement une fois et demie plus long que large). La massue comporte 4 articles complètement soudés, mais distinctement indiqués par une fine cloison. Le dernier article de la massue est très petit et dépourvu de fossettes sensorielles.

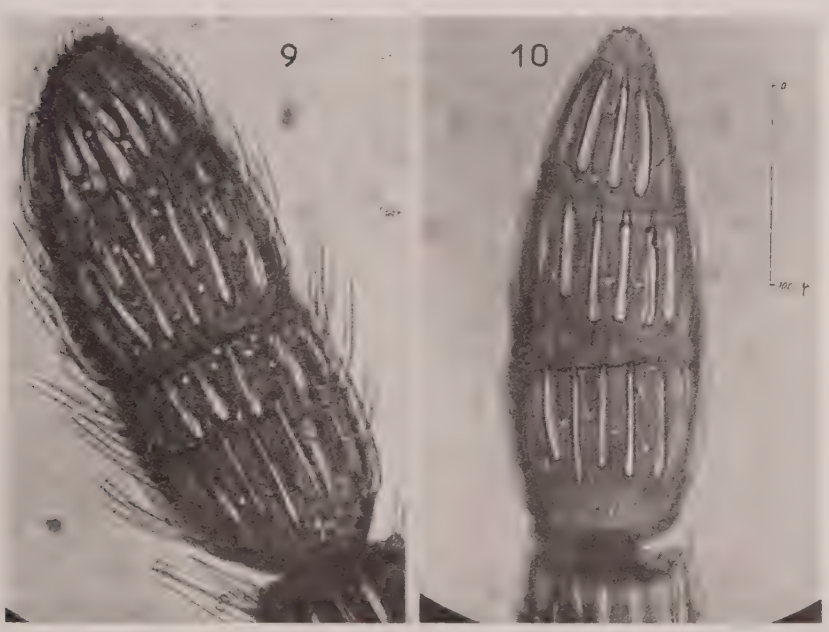


Fig. 9 : Massue de l'antenne de *Eurytoma plotnikovi* NIK.
Fig. 10 : Massue de l'antenne de *Megastigmus pistaciae* WLK.

Pièces buccales : la mandibule porte deux dents. Le palpe maxillaire est constitué de 4 articles: le premier est très court, aussi long que large. Les trois derniers articles sont égaux et deux à trois fois

plus longs que larges. L'article apical présente une protubérance interne en son milieu. Le palpe labial, formé de trois articles, est semblable à celui d'*Eurytoma plotnikovi* mais ici le premier article est cylindrique.

Le thorax, allongé et bombé, porte sur sa face inférieure une bande longitudinale large et de couleur brunâtre. Le pronotum est presque aussi long que le mésonotum. Les axillæ sont nets et bien développés.

Les ailes ont une nervation très simple. La nervure radiale des ailes antérieures est très élargie et de forme ovalaire; la postmarginale est presque aussi longue que la marginale.

Les pattes sont longues et grêles avec des fémurs non renflés.

Les tibias portent une rangée de poils assez longs, de couleur foncée.

Le segment médiaire est relativement long et rétréci. Une petite échancrure se trouve sur le bord postérieur du segment abdominal suivant.

La tarière est longue, légèrement recourbée et de couleur foncée. Sa longueur ne dépasse pas cependant celle de l'abdomen.

La larve de *M. pistaciae* au terme de son développement mesure 6 mm environ. Elle est apode et de couleur blanc terne. Son corps légèrement arqué porte, en plus de la tête, 13 segments thoraciques et abdominaux. Les mandibules sont très développées comme chez tous les *Chalcidoidea* phytophages; elles montrent chacune 4 à 6 dents.

Biologie.

L'insecte passe l'hiver à l'état de larve du dernier stade à l'intérieur des pistaches. La nymphose a lieu au printemps un peu plus tôt que chez *E. plotnikovi*. Ceci correspond à l'époque de la floraison des pistachiers. La durée de la nymphose est en moyenne d'une quinzaine de jours. Les adultes commencent à apparaître dès la mi-avril, et continuent à éclore jusqu'à la fin mai.

Pour sortir, l'adulte fore un trou circulaire dans la paroi du fruit. Ce trou est pratiqué également dans la paroi de l'endocarpe qui reste entier.

Le processus de la ponte est semblable à celui d'*Eurytoma*, mais parfois deux œufs sont déposés dans le même fruit. La larve se comporte tout à fait différemment de celle d'*Eurytoma*. Elle s'introduit immédiatement dans la jeune amande et pendant toute la durée de la vie larvaire, elle demeure à l'intérieur de l'endocarpe, sans l'entamer, se nourrissant uniquement de l'amande. La vie larvaire dure de trente-cinq à quarante jours après quoi la larve se transforme en chrysalide à l'intérieur même de l'endocarpe. Après une dizaine de jours, l'adulte sort en forant un trou circulaire à travers les parois de l'endocarpe, du mésocarpe et du péricarpe.

Le trou de sortie de ces adultes est très différent de celui des adultes éclos au début du printemps ainsi que de celui pratiqué par les adultes d'*Eurytoma*. Les parois de ce trou sont nettement surélevées par rapport à la surface du péricarpe, ce qui donne au trou la forme d'un petit cratère dont le diamètre peut atteindre 1,5 mm.

Les premiers adultes de la génération d'été apparaissent vers le 15 juin (à Ghazvin), ainsi la durée de la première génération — de l'adulte à l'adulte — est de cinquante-cinq à soixante-cinq jours.

Les femelles commencent à pondre trois à cinq jours après leur sortie, avant le durcissement complet du mésocarpe. Les femelles qui apparaissent trop tard dans la saison ne réussissent pas à perforer le mésocarpe déjà durci.

Les larves issues de ces œufs restent également à l'intérieur de l'endocarpe. Elles y complètent leur développement en se nourrissant de l'amande qui est bien formée à cette époque, et ne se transforment en chrysalide qu'au printemps suivant. L'insecte ne possède donc que deux générations par an, ce qui est peu fréquent chez les *Callimomidae*.

Importance économique et mesures de lutte.

Cette espèce commet des dégâts semblables à *E. plotnikovi* et se trouve presque toujours en association avec ce dernier. A part quelques rares exceptions, les *Megastigmus* sont moins nombreux que les *Eurytoma*, bien qu'ils aient deux générations par an. Ceci est dû probablement au fait qu'un grand nombre d'adultes de *Megastigmus* de la deuxième génération éclosent trop tard pour pouvoir pondre dans les fruits dont le mésocarpe est déjà trop dur.

Concernant la lutte, il est évident qu'elle doit être menée contre les adultes de la première génération afin de prévenir les gros dégâts. Ici encore, comme dans le cas d'*Eurytoma*, nous ne conseillons aucun traitement chimique. Le même procédé mécanique recommandé contre *Eurytoma* pourrait être adopté efficacement pour la lutte contre *Megastigmus*.

Conclusion.

Les deux espèces de *Chalcidoidea* étudiées dans cette note, jouent un rôle économique très important en Iran. Leur biologie imparfaitement connue présente encore des points obscurs qu'il serait intéressant d'élucider. Ce travail ne peut donc servir que de base pour les recherches ultérieures. Ci-dessous nous donnons quelques caractères comparatifs des deux espèces :

A) *Eurytoma plotnikovi* NIKOLSKAYA.

1. Femelle de couleur générale foncée, brun rougeâtre. Antennes de 10 articles dont 2 à la massue.

2. Larve libre dans le fruit, de couleur blanchâtre, diamètre de l'abdomen décroissant vers l'apex. Mandibules armées de 2 dents.
3. Une seule génération par an.
4. Dégâts : amande et endocarpe entièrement dévorés. Trou de sortie des adultes sans bourrelet.

B) *Megastigmus pistaciae* WLK.

1. Femelle de couleur générale jaune pâle. Antennes de 14 articles dont 4 à la massue.
2. Larve enfermée dans l'endocarpe, de couleur blanc verdâtre et de forme subcylindrique. Mandibules armées de 4 à 5 dents.
3. Deux générations par an.
4. Dégâts : amande seule dévorée, endocarpe respecté. Trous de sortie des adultes de la génération estivale en forme de cratère.

(Faculté d'Agriculture, Karadj, Iran).

BIBLIOGRAPHIE

NIKOLSKAYA (M.N.). — Liste of Chalcid Flies reared in U.R.S.S. (*Bull. Ent. Res.*, Vol. 25, 1934; pp. 142-143).

NIKOLSKAYA (M.N.). — Chalcidiens des graines de Pistache et leurs parasites (*Plant Prot.*, Vol. 1, 1935; pp. 81-87, Moscou).

NIKOLSKAYA (M.N.). — Faune des *Chalcidoidea* de l'U.R.S.S. (*Coll. Faune de l'U.R.S.S.*, n° 44, Moscou, 1952).

PLOTNIKOV (V.I.). — Les Insectes nuisibles aux plantes cultivées en Asie Centrale (Tashkand, 1926, p. 139).

PRESTIANNI (Dott. N.). — Pistacchio in Provincia di Girgenti (Girgenti, 1912).

RONDANI (C.). — (*Bull. Soc. Ent. Ital.*, Vol. 9, 1877, p. 204).

QUELQUES FACTEURS DE RÉDUCTION NATURELLE DANS UNE POPULATION DE *DYSDERCUS SUPERSTITIOSUS* FAB.

(Hemiptera, Pyrrhocoridae)

PAR

P. F. GALICHET *

INTRODUCTION. — Le *Dysdercus (Hemiptera, Heteroptera, Pyrrhocoridae)* ou punaise rouge, le « Cotton Stainer Bug » des auteurs anglo-saxons, est un ravageur bien connu des cultures cotonnières.

L'insecte est nuisible par lui-même et est, de plus, vecteur d'une maladie cryptogamique, la Stigmatomycose, provoquée par *Nematospora corylii* et *Ashbya gossypii* qui se développement dans la capsule et occasionnent des taches jaunâtres sur la fibre qui perd ainsi une partie de sa valeur commerciale.

De nombreux auteurs ont étudié le genre *Dysdercus* dans lequel HARGREAVES (1948) distingue 54 espèces qui peuplent la zone tropicale et intertropicale de quatre continents. FREEMAN (1947), note la présence de 12 espèces sur le continent africain, qui sont :

D superstitiosus FAB.....	(Gambie, Sierra Leone, Côte-d'Ivoire, Côte-de-l'Or, Nigeria, Cameroun, Congo belge, Rhodésie, Kenya, Tanganyika, Bechuanaland, Ouganda, Abyssinie, Soudan anglo-égyptien, Afrique équatoriale française).
D. nigrofasciatus FAB...	(Soudan anglo-égyptien, Abyssinie, Kenya, Ouganda, Tanganyika, Cameroun, Congo belge, Rhodésie, Nyassaland, Afrique orientale portugaise, Afrique du Sud, Côte-d'Ivoire).

(*) Ce travail fût accompli au cours d'un stage effectué à l'Institut d'Enseignement et de Recherches Tropicales d'Adiopodoumé (Côte d'Ivoire). Nous remercions M. le professeur COMBES, directeur de l'Office de la recherche scientifique et technique d'Outre-Mer, d'avoir bien voulu autoriser la publication de cette note. Nos remerciements vont également à M. le professeur MANGENOT, directeur de l'I.D.E.R.T., pour les facilités matérielles offertes, et à M. A. LEDOUX, alors chef du laboratoire de zoologie de l'I.D.E.R.T., pour les conseils prodigués au cours de ce stage.

D. melanoderes KARSH...	(Côte-de-l'Or, Nigeria, Cameroun, Congo belge, Angola, Côte-d'Ivoire).
D. flavidus SIGN.....	(Madagascar, Maurice, Rodriguez).
D. ortus DIST.....	(Seychelles).
D. fasciatus SIGN.....	(Soudan anglo-égyptien, Ouganda, Kenya, Nyassaland, Zanzibar, Rhodésie, Afrique orientale portugaise, Angola, Congo belge, Afrique du Sud, Nigeria, Sierra-Leone, Gambie, Madagascar.)
D. cardinalis GERST.....	(Abyssinie, Aden, Kenya, Tanganyika, Zanzibar).
D. intermedius DIST.....	(Nyassaland, Rhodésie, Afrique orientale portugaise).
D. pretiosus DIST.....	(Kenya, Ouganda, Tanganyika, Congo belge).
D. haemorrhoidalis SIGN.	(Nigeria, Cameroun, Kenya, Ouganda).
D. orientalis SCHOUT....	(Kenya, Ouganda, Tanganyika).
D. festivus GERST.	(Afrique orientale).

De multiples observations sur la pullulation de cet hémiptère dans cette partie du monde sont consignées chaque année dans les rapports rédigés par les entomologistes chargés de la protection des cultures cotonnières. Il faut citer à ce propos les rapports des techniciens de l'Empire Cotton Growing Corporation et de l'Institut de recherches du coton.

Cependant, un nombre relativement restreint de recherches sur la biologie de cet insecte a été entrepris. Les premières études sur ce sujet remontent à 1923 et sont l'œuvre de POMEROY et GOLDING au Nigeria. Ces auteurs étudient le cycle de *D. superstitiosus* et s'attachent surtout aux problèmes de migration d'une plante-hôte à l'autre et à l'évaluation des dégâts occasionnés aux cultures cotonnières. GOLDING seul (1927) distingue, dans cette espèce, des formes à bandes et des formes à taches, la proportion relative de ces formes étant en relation avec la saison et non avec le régime alimentaire. Il suggère que la migration vers les cotonniers serait provoquée par la pleine floraison des parcelles de *Gossypium ;* il remarque que la migration a lieu alors que le déficit de saturation est faible et aussi que les adultes disparaissent lorsque les pluies cessent. Il signale diverses espèces de *Phonoctonus*, *Reduviidae*, comme prédateur. En 1927, COWLAND et RUTTLEDGE entreprennent un travail analogue au Soudan anglo-égyptien et ULYETT en Afrique du Sud en 1930.

En 1933, WHITFIELD effectue, au Soudan anglo-égyptien, une étude approfondie des facteurs écologiques, notamment du climat et des plantes hôtes influençant la distribution de *D. superstitiosus*, *D. nigrofasciatus*

et *D. cardinalis*. Le cycle de *D. superstitiosus* au Soudan peut se résumer ainsi, selon cet auteur : à la fin des pluies (octobre), l'insecte quitte les plantes hôtes spontanées (dont les plus communes sont des Malvacées, *Hibiscus spp.* et *Wissadula*) pour émigrer vers les champs de coton et sur *Sterculia cinerea* où il se multiplie rapidement. En décembre, *D. superstitiosus* quitte le cotonnier mais demeure sur *Sterculia* et recherche en même temps les Malvacées qui poussent dans les lieux humides; en fin de saison sèche, on ne le rencontre plus que dans de rares microclimats favorables, sur *Sterculia*, *Dombeya Kirkii* et Malvacées. Au début des pluies (mai), l'insecte déserte *Sterculia* et se multiplie sur les Malvacées spontanées jusqu'en octobre, époque à laquelle il retourne sur coton. Whitfield insiste sur l'importance des facteurs climatiques : « La limite nord de *D. superstitiosus* est à peu près entièrement déterminée par le climat ». Les facteurs zoologiques de réduction des populations, parasites et prédateurs, lui paraissent sans importance.

En 1934, Williams reprend l'ensemble des problèmes posés par *Dysdercus*.

La même année, Pearson à Barberton (Afrique du Sud) étudie les variations de population au cours de l'année, de *D. fasciatus*, *D. nigrofasciatus* et *D. intermedius* dans les parcelles de coton, il recherche les plantes hôtes spontanées et met l'accent sur la nécessité de détruire chaque année, après la récolte, les cotonniers qui, autrement, servent de réserve alimentaire au *Dysdercus* pendant l'hiver. Cet auteur envisage également les relations entre l'insecte et la stigmatomycose qu'il transmet.

En 1934 encore, Bebbington et Allan en Rhodésie du Nord, entreprennent un travail sur les variations des populations de punaise en fonction des plantes hôtes spontanées disponibles et des cultures cotonnières. Ces mêmes auteurs, en 1936, décrivent le cycle alimentaire de *D. fasciatus* en Rhodésie; d'après eux, *Dysdercus* quitte sa plante hôte spontanée principale, *Thespesia rogersii*, lorsque celle-ci n'offre plus une alimentation suffisante en quantité ou en qualité et non pas en raison d'une attraction spéciale du *Gossypium* pour l'espèce.

En 1936, Brixhe résume les études faites à cette date, il évalue les dégâts sur cotonniers : dégâts directs, les prélèvements alimentaires de la punaise entravant la croissance des bourgeons terminaux et provoquant une chute des fleurs et des capsules, dégâts indirects, dûs à la stigmatomycose.

En 1941 et 1942, Vrydagh, au Congo belge, par des travaux de laboratoire, détermine la durée du cycle vital (de la ponte à la 5^{e} mue) de *D. superstitiosus*, *D. nigrofasciatus et D. melanoderes*, en fonction de la température et de l'hygrométrie. Le cycle vital s'étend sur 32 jours à 25°C et 85-100 % d'humidité relative pour *D. superstitiosus*, sur 34 jours pour *D. nigrofasciatus* et sur 36 jours pour *D. melanoderes*. Le développement est plus rapide lorsque la température s'élève. Vrydagh

fixe pour une humidité relative de 95-100 %, à 30° C la température optimum de développement de *D. superstitiosus*. Il déduit de son étude la température au-dessous de laquelle cette espèce ne peut accomplir toutes les phases de son cycle et la fixe à 18,9°C.

Au terme de cette revue de la littérature consacrée à la biologie et à l'écologie des *Dysdercus* africains, il est possible de résumer les notions acquises à l'heure actuelle sur ces questions de la manière suivante :

Cet Hémiptère passe par 5 stades larvaires, le développement s'effectue en 30 ou 40 jours suivant la température. L'adulte a une longévité de 20 à 70 jours mais certains individus peuvent survivre plus de 100 jours. L'insecte ne subit pas de diapause mais lorsque les conditions climatiques deviennent défavorables, il se réfugie dans les stations dont le microclimat particulier permet la poursuite de son développement à une allure ralentie.

L'alimentation se fait aux dépens d'un certain nombre de plantes hôtes, le passage de l'une à l'autre paraît induit par des facteurs soit alimentaires, soit climatiques. C'est ainsi que la migration au début de la saison sèche serait en rapport avec la recherche de microclimats permettant la conservation de l'espèce au cours de l'hivernage, alors que la migration vers les cotonniers serait due à la fructification de ces derniers dont la graine constitue un aliment apprécié.

La présente étude a pour objet la description de l'évolution d'une population de *Dysdercus superstitiosus* FAB. Elle a été réalisée en forêt tropicale humide en l'absence de toute culture cotonnière. Elle diffère donc nettement des travaux précédemment cités qui tous ont été effectués dans des régions productrices de coton et en liaison avec cette production.

Le milieu choisi est constitué par un défrichement en forêt. Les observations débutent un mois après l'exécution du défrichement qui a eu lieu en février 1950. Elles s'achèvent avec la disparition du *Dysdercus* au mois de juin de la même année. Les relevés effectués permettent de suivre les fluctuations d'une population se développant dans ce milieu bien délimité et de rechercher l'influence des facteurs biotiques et abiotiques sur cette population.

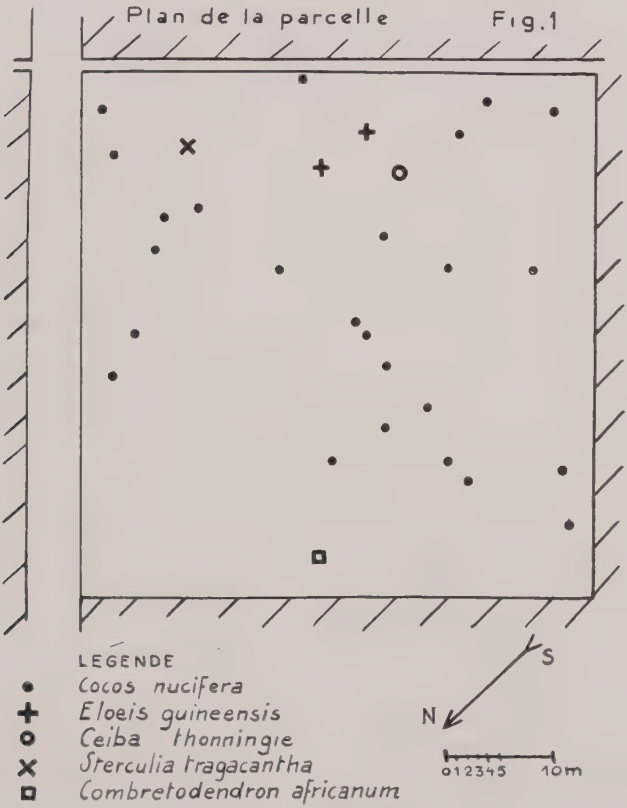
Nous nous proposons de décrire les méthodes utilisées, de relater l'évolution de l'insecte, de considérer les facteurs de réduction naturelle puis de discuter l'importance de chacun de ces facteurs sur le développement du *Pyrrhocoridae*.

Méthodes d'étude

L'étude a été poursuivie dans la nature et au laboratoire. Dans un milieu choisi, des dénombrements, effectués à intervalle variable, du 16 mars au 28 juin, ont permis de suivre l'évolution d'une population de *Dysdercus*. Pendant ce temps, des élevages ont été entrepris au laboratoire ayant pour objet l'étude du rôle d'un *Reduviidae* prédateur,

Phonoctonus fasciatus var. *subimpictus* et d'un *Tachinidae* parasite *Epineura helva* WIED, dont la présence avait été remarquée dans le biotope.

ETUDE DE LA POPULATION DE *Dysdercus*. — La localité étudiée se trouve incluse dans la concession de l'Institut intercolonial d'Adiopodoumé, Côte-d'Ivoire, lui-même situé dans la zone tropicale humide couverte de forêts, qui s'étend le long de la Côte occidentale d'Afrique.



Le défrichement d'une surface de 28 ares (52 m × 54 m) fut effectué en février 1950. Sur la lisière nord-est, une voie d'accès de 5 m de large fut aménagée et une autre de 2,50 m sur la lisière sud-est. L'aire ainsi délimité (*fig.* 1) devait servir aux observations.

Tant que la chose fut possible, tous les *Dysdercus* présents sur la parcelle furent recensés. Mais leur nombre augmentant progressivement, on dut, dès le 18 avril, se contenter de compter les individus rencontrés sur les deux chemins de bordure. Le développement de la végétation

interdisant par ailleurs la circulation dans le reste de la surface et en chassant également la plus grande partie des *Dysdercus*. Il se trouve que cette date du 18 avril marque le début d'une nouvelle génération de l'Hémiptère, les inconvénients qui eussent pu résulter de ce changement de méthode sont, de ce fait, réduits au minimum.

Les observations effectuées tous les deux jours pendant le mois de mars, furent ensuite réduites à deux par semaine puis à une, au mois de juin. Elles ont lieu le matin entre 8 et 11 heures. Au préalable, on relève la température au thermomètre fronde et l'hygrométrie. On parcourt ensuite lentement les lieux en notant chaque *Dysdercus* rencontré ainsi que son stade, les individus du premier et du deuxième âge ont été confondus car leur distinction rapide présente quelques difficultés. En outre, la durée de ces deux stades réunis est brève, une huitaine de jours. Enfin, le premier stade, d'après VRYDAGH ne s'alimente pas et demeure près du lieu de ponte plus ou moins dissimulé dans la terre. Les individus recensés appartiendraient donc alors en majorité au deuxième âge.

L'erreur commise dans l'évaluation de la population par cette méthode n'a pas été établie. En valeur absolue, elle est plus faible lorsque la population est peu élevée. Les variations de l'erreur relative sont inconnues. Quoi qu'il en soit, l'estimation exacte du nombre d'individus a peu d'intérêt, les variations de cette valeur dans le temps sont seules importantes. L'erreur la plus notable est donc constituée par le coefficient personnel des observateurs. On la réduit en faisant effectuer le travail par un seul agent, tout au long de l'étude.

ETUDES DE LABORATOIRE. — Elles ont porté sur un prédateur, *Phonoctonus fasciatus* var. *subimpictus*, *Reduviidae*, et un parasite, *Epineura helva* WIED, *Tachinidae*.

L'élevage du prédateur est aisé. Les insectes sont, soit groupés dans des bacs rectangulaires vitrés recouverts d'une mousseline, soit isolés en bocaux individuels. Ces récipients sont conservés au laboratoire, à une température très voisine de la température extérieure.

L'aliment est constitué uniquement de *Dysdercus* vivant ajouté chaque jour en nombre suffisant pour qu'un certain nombre subsiste 24 heures plus tard.

Dans ces conditions artificielles, les femelles capturées dans la nature ont effectué leurs pontes et les larves qui en sont issues ont accompli leur cycle sans mortalité importante.

L'élevage a été interrompu au mois de juin par l'impossibilité de fournir ses proies au prédateur, le *Dysdercus* ayant totalement disparu.

En ce qui concerne la Tachinaire, il est possible d'en obtenir des stocks importants en recherchant les hôtes parasités. Ceux-ci sont identifiables à l'œuf d'*Epineura* qui demeure fixé au tégument après l'éclosion de la larve. Ces *Dysdercus* sont alimentés au laboratoire par des graines de *Ceiba* ou des feuilles, capsules et graines de cotonnier.

L'élevage de cette punaise et de son parasite à ce stade n'offre pas de difficultés particulières; il est bon cependant d'isoler les *Dysdercus* atteints car leur affaiblissement progressif les rend inaptes à résiter aux attaques de leurs congénères, le cannibalisme étant possible dans cette espèce.

Parvenue à complet développement, la larve du Diptère quitte son hôte et se pupifie dans les quelques heures qui suivent. Comme l'éclosion des pupes a paru s'accomplir plus facilement en atmosphère humide, on dispose un coton imbibé d'eau dans les tubes où elles sont conservées.

Dès leur naissance, les imagos sont transférés dans un large récipient de verre dont l'orifice est obstrué par une mousseline. L'alimentation est constituée par de l'eau sucrée additionnée de traces de glycocolle. Quelques *Dysdercus* sont alors ajoutés pour permettre une ponte éventuelle.

Il n'a pas été possible d'obtenir de cette manière ni copulation, ni oviposition. L'élevage de l'adulte, comme celui de nombreuses autres espèces de la même famille, pose des problèmes non encore résolus. Il est probable que l'espace et la lumière jouent un rôle important dans la fécondation, il en est du moins ainsi chez de nombreux Diptères. L'ombre régnant au laboratoire serait en partie responsable de l'échec subi. La question n'a pu être approfondie.

Caractères du cycle évolutif du *Dysdercus* pendant la période considérée

Les résultats de chacun des comptages, ainsi que les caractéristiques climatiques s'y rapportant, sont consignés dans le tableau 1. La figure 2 indique les variations de la population totale au cours de l'étude, ainsi que celles des facteurs climatiques.

Au début de l'étude, on ne rencontre à peu près que des adultes, et en nombre restreint : 50 à 60 pour toute la surface. Ce chiffre augmente plus ou moins régulièrement jusqu'au 4 avril. Cet accroissement ne peut trouver son origine dans la nymphose des larves du 5^{e} âge se trouvant sur place puisque celles-ci y sont très rares. Il faut l'attribuer à une migration d'insectes adultes vers le milieu en observation.

Après avoir atteint son maximum au début du mois d'avril, le nombre de ces adultes décroît rapidement. On peut estimer qu'à ce moment l'immigration cesse ou se ralentit tellement que la mortalité devient très fortement prépondérante, ainsi s'achève une première phase du cycle évolutif qui pourrait être nommée phase de migration.

Cependant les femelles de ces immigrants ont pondu avant de disparaître et l'éclosion massive de ces pontes se manifeste par un accroissement brutal du nombre de larves au (1er + 2^{e}) stades. Cette nouvelle génération va achever la colonisation du milieu.

Tableau N° 1

RÉSULTATS DES COMPTAGES

Dates	Durée du comptage	Tp. fronde	Hygro	Nébul. en 1/10	1er et 2eme st.	3eme stade	4eme stade	5eme stade	Adultes	Ad. *in copula*	Nombre total d'individus
16-3..	10 h. à 11 h.					3	12	14	51		80
18-3..	9 h. 40 à 11 h. 10					0	1	5	60	20	86
20-3..	9 h. 30 à 11 h.		86		8	7	4	10	63	18	110
21-3:.	9 h. 30 à 11 h. 05	28	85	0,0	6	1	10	14	136	50	217
23-3..	9 h. à 10 h. 30	27,5	94	0,8	24	1	6	13	109	38	182
25-3..	9 h. 45 à 11 h. 30	30	68	0,8-0,9	14	3	2	12	88	44	163
27-3..	8 h. 45 à 10 h. 45	25	97	1,0	33	5	5	11	156	82	292
30-3..	9 h. 40 à 11 h.	35	77	0,6-0,7	132	3	1	5	105	96	342
1-4..	8 h. 45 à 10 h. 15	29,5	85	0,8-0,9	142	13	2	6	146	122	431
4-4..	9 h. 30 à 11 h. 15	30	76	0,5-0,6	179	47	2	3	172	208	611
7-4..	9 h. 50 à 11 h. 25	30	75	0,8-0,9	165	79	5	1	164	146	560
13-4..	9 h. 10 à 11 h.	31,5	70	0,6-0,7	278	176	22	2	76	136	691
Comptage sur surface réduite											
18-4..	8 h. 15 à 10 h.	30	77	0,7-0,8	870	132	155	10	18	3	1188
20-4..	8 h. 15 à 10 h.	28,7	66	0,5-0,6	293	252	215	17	10	0	787
26-4..	8 h. 15 à 9 h. 30	25	100	1,0	155	822	489	85	14	2	1567
4-5..	8 h. 45 à 9 h. 30	28	82	0,3-0,4	5	37	508	317	3	2	872
8-5..	8 h. 45 à 9 h. 30	26	98	0,9-1,0	3	29	588	398	5	0	1023
11-5..	9 h. 30 à 10 h. 15	30	84	0,8-0,9	4	25	160	717	6	0	912
15-5..	8 h. 35 à 9 h. 15	27	92	0,6-0,7	2	14	111	540	10	4	681
19-5..	8 h. 25 à 9 h.	27	94	1,0	3	16	72	380	13	14	498
22-5..	9 h. à 9 h. 30	22,5	100	1,0	8	9	36	163	23	12	251
25-5..	10 h. à 10 h. 45	25,5	100	1,0	24	20	63	100	28	6	241
31,5..	8 h. 25 à 9 h. 05	26	91	1,0	29	13	15	32	17	8	114
3-6..	9 h. 35 à 10 h. 10	25,5	95	0,6-0,7	47	16	13	35	42	6	159
5-6..	9 h. 40 à 10 h. 10	27	93	0,6-0,7	14	18	12	14	20	2	80
12-6..	9 h. 30 à 10 h. 10	24	95	1,0	2	4	7	5	3	0	21
19-6..	8 h. 30 à 8 h. 55	28	100	0,6	7	0	3	0	0	0	10
28-6..	8 h. 30 à 8 h. 45	24	96	0,8	0	0	0	0	0	0	0

On assiste ensuite au déroulement normal du cycle évolutif d'une génération, et on voit tour à tour prédominer chacun des stades larvaires. La figure 3, où l'importance de chaque stade est calculée en pourcentage de la population totale, représente cette succession en

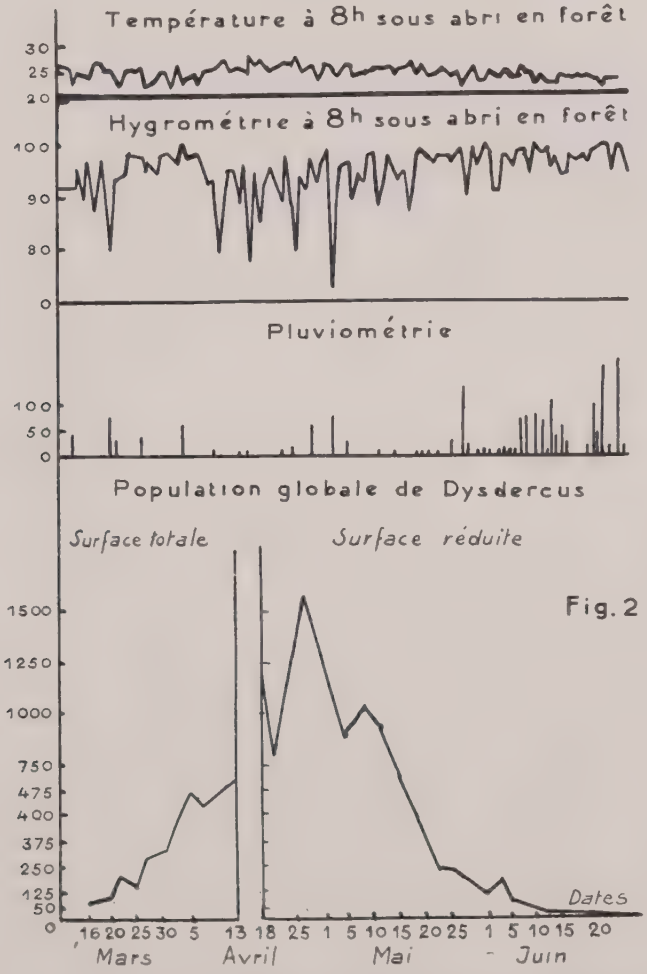


Fig. 2

fonction du temps. Avec l'apparition des adultes, en nombre très réduit toutefois, prend fin, au début du mois de juin, la deuxième phase du cycle, ou phase de plein développement.

La troisième phase concerne la deuxième génération issue des adultes précédents. Le nombre de ces individus en a été très faible et

ils ont disparu rapidement avant d'avoir achevé leur cycle. C'est la phase d'extinction.

Ainsi donc, à partir d'adultes étrangers au milieu considéré, on a assisté, stade par stade, à l'évolution de la génération qu'ils y ont engendrée. Cette génération fille n'a eu qu'un nombre faible d'adultes dont les descendances sont mortes dans un délai bref.

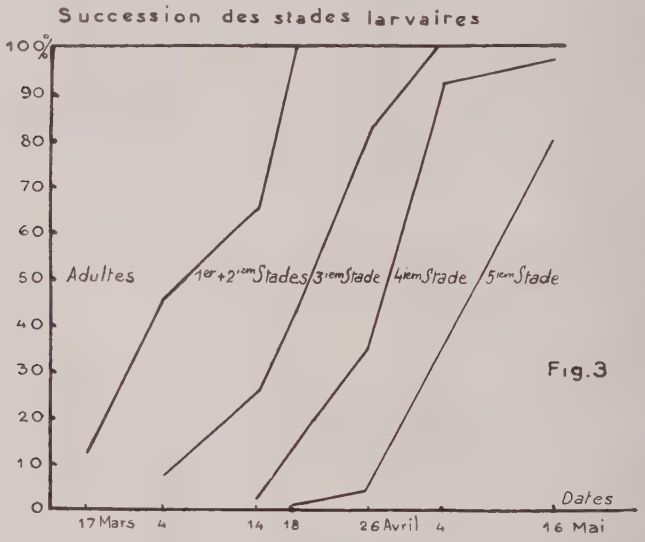


Fig. 3

Les problèmes principaux qui se posent concernent, pour la première période, les causes de l'immigration, pour la deuxième, la recherche des facteurs favorables au développement des stades larvaires et de ceux qui ont provoqué la disparition d'un grand nombre d'adultes, pour la troisième enfin, les motifs de l'extinction totale de la population.

Comme dans toute étude écologique, un grand nombre de facteurs sont à envisager; facteurs biotiques : prédateurs et parasites de l'insecte; facteurs botaniques : variations saisonnières de la végétation modifiant le microclimat et le potentiel alimentaire; facteurs climatiques dont l'action directe modifie les caractéristiques physiques du milieu : température et hygrométrie, et qui agissent en conséquence sur tous les organismes vivant dans le milieu.

Les facteurs biotiques de réduction naturelle

La population de *Dysdercus* considérée s'est trouvée aux prises avec certains ennemis naturels. Parmi les prédateurs, un insecte, *Phonoctonus fasciatus* var. *subimpictus*, *Reduviidae*, a retenu l'attention. La variété *beauvois* de la même espèce présente également, mais moins fréquemment, n'a pas été spécialement étudiée. Quelques Vertébrés

insectivores, Oiseaux divers et lézards du genre *Agama* sont à signaler sur la parcelle mais leur rôle n'a pas été évalué.

Le seul parasite rencontré a été *Epineura helva* WIED. *Tachinidae*.

Les observations dans la nature et les travaux de laboratoire décrits à présent concernent uniquement *Phonoctonus fasciatus* v. *subimpictus* et *Epineura helva*.

Phonoctonus fasciatus v. *subimpictus*

En même temps que s'effectuaient les relevés concernant le *Dysdercus*, un travail identique était entrepris sur la même parcelle, à propos de *Phonoctonus*. Le nombre de *Reduviidae* n'a jamais été élevé, il est en moyenne de 3 et oscille de 1 à 6 suivant les observations. Ces chiffres sont trop faibles pour en tirer parti dans la détermination du cycle de l'insecte, leurs variations autour de la moyenne sont attribuables au hasard, le *Phonoctonus* n'étant pas aisé à distinguer en raison de son immobilité.

Un élevage au laboratoire a permis d'obtenir quelques précisions sur le cycle, la fécondité, la reproduction et l'alimentation du *Phonoctonus*. Tous ces facteurs revêtent une grande importance dans l'étude des relations entre proie et prédateur.

L'étude de l'insecte a débuté à partir de deux femelles capturées sur la station et mises en élevage isolément suivant la technique décrite dans un précédent paragraphe.

Les deux insectes ont pondu, le premier 79 œufs et le second 107. Les œufs sont déposés par petits groupes de 2 à 12, chaque ponte étant séparée de la précédente par une durée variable de 2 à 8 jours. On note un pourcentage de 80 à 85 % d'éclosion, mais les chiffres enregistrés sont trop faibles pour permettre une étude de la fécondité. La descendance obtenue a servi de matériel pour la surveillance du cycle de l'insecte et de son alimentation.

L'incubation de l'œuf se poursuit pendant 9 à 10 jours. La durée de chacun des stades larvaires est la suivante : 7 à 8 jours pour le premier, 8 jours le second, 7 à 8 jours le troisième, 9 pour le quatrième et 16 à 17 pour le cinquième; la vie larvaire s'étale donc sur 47 ou 50 jours, soit 6 semaines environ.

Les adultes capturés ou obtenus par élevage de larves sont morts d'inanition lorsqu'il ne fut plus possible de leur fournir des *Dysdercus*. Ils avaient alors supporté un long jeûne et vécu plus de 2 mois, laps de temps dépassant nettement la durée de la vie larvaire.

En ce qui concerne l'alimentation, on a cherché à déterminer la consommation maximum d'un *Phonoctonus* en un temps donné. Pour cela, on fournit chaque jour au prédateur un nombre de proies tel qu'il reste des *Dysdercus* vivants au moment de la distribution de la ration le lendemain. Dans ces conditions, un *Phonoctonus* adulte consomme 1 *Dysdercus* en 48 heures et la larve 3. Ces chiffres se rap-

portent à des animaux en élevage dans un espace restreint. Il est possible que dans les conditions naturelles, il faille les majorer principalement en ce qui concerne les adultes. Ceux-ci ont en effet en cage une activité réduite, ne volent pas et dépensent peu d'énergie. Ils auraient donc moins de besoins.

Outre le côté quantitatif du problème alimentaire, le côté qualitatif est à envisager, en particulier l'étroitesse des relations qui lient le prédateur à sa victime. Peut-être peut-on rappeler à ce propos le mimétisme très net entre les deux insectes? Parmi les autres proies possibles, un *Coreidae*, *Leptoglossus membranaceus*, se trouvait présent sur la surface étudiée en même temps que le *Dysdercus*. En élevage, des *Phonoctonus* à jeun depuis plusieurs jours ont attaqué ce *Coreidae*, le lendemain, ils étaient morts. Sans pouvoir attribuer avec certitude la mort de l'insecte à l'aliment ingéré, il est certain que *Phonoctonus* marque une répugnance envers *Leptoglossus* et l'épargne aussi longtemps que le *Dysdercus* ne lui fait pas défaut.

En conclusion, *Phonoctonus subimpictus* paraît assez fortement tributaire de *Dysdercus* en ce qui concerne son alimentation. En élevage, il peut se livrer au cannibalisme lorsque la nourriture devient insuffisante, particulièrement s'il y a surpopulation; dans la nature, le *Phonoctonus* vit isolément.

Les femelles obtenues au laboratoire n'ont jamais pondu, le fait est attribuable à une alimentation quantitativement déficiente : elles sont en effet écloses au moment où le *Dysdercus* commençait à disparaître. De plus, il est possible que le manque d'espace ait été préjudiciable au bon accomplissement des fonctions reproductrices.

Epineura helva WIED

La présence de *Dysdercus* parasités par *Epineura helva* a été relevée dès le mois d'avril. De sondages, effectués entre le 26 mai et le 12 juin afin de déterminer l'importance de ce parasitisme, il résulte que 25 % environ de la population de *Pyrrhocoridae* est atteinte à ce moment.

A la suite de ces constatations, un certain nombre de données d'ordre biologique ont été rassemblées sur cette Tachinaire.

Un *Dysdercus* parasité se remarque aisément à l'œuf qui demeure solidement fixé aux téguments même après éclosion et pénétration de la larve à l'intérieur de l'hôte.

La femelle du Diptère dépose sa ponte aussi bien sur les adultes mâles et femelles que sur les larves du quatrième et cinquième âge des deux espèces de *Dysdercus superstitiosus* et *melanoderes*. Aucune attaque ne fut relevée sur les stades antérieurs au quatrième.

La Tachinaire ne distingue pas entre les sexes de l'hôte : en effet, si sur 100 individus capturés on dénombre 70 mâles et 30 femelles, sur 100 individus parasités, on relève 74 mâles contre 26 femelles. Les

rapports sont donc sensiblement les mêmes, ce qui indiquerait que l'attaque se fait au hasard.

Epineura ne pond en général qu'un seul œuf par *Dysdercus*, ce fut le cas 81 fois sur cent; il peut arriver cependant qu'on note deux œufs — 11 % des cas — ou même trois : 8 % des cas.

Les pontes sont localisées principalement sur les pleurites ou les sternites abdominaux (43 % environ), sur les fémurs (27 %), les sternites thoraciques (16 %) et l'espace sous-oculaire (14 %).

Au début de l'attaque par le parasite, le *Dysdercus* atteint ne paraît pas souffrir. Son activité demeure inchangée, l'adulte est, en particulier, susceptible de s'accoupler, et la femelle de pondre des œufs fertiles. Plus tard, l'abdomen se distend tandis que se développe la larve à l'intérieur de l'hôte, la tension des téguments provoque la courbure de l'extrémité postérieure du corps vers le bas. L'animal perd en partie sa mobilité. Un examen, même superficiel, laisse apercevoir des taches décolorées sur les tergites et sternites abdominaux, dues aux frottements du réseau trachéen sur le tissu pigmenté, frottements occasionnés par les mouvements du parasite, et très faciles à observer par transparence sur le vivant.

La dissection a permis d'obtenir les renseignements suivants sur les lésions internes provoquées par *Epineura :*

La larve néonate pénètre dans le corps de l'insecte en perforant le tégument à l'endroit où l'œuf est déposé. Elle ne se trouve par conséquent pas en contact avec l'extérieur. A un moment qui n'a pu être déterminé, la larve se met en relation avec le système trachéen de l'hôte par l'intermédiaire d'un tube ou siphon respiratoire, le « respiratory funnel » des auteurs anglo-saxons. Dans celui-ci est encastrée l'extrémité postérieure du corps du parasite tandis que l'extrémité antérieure explore la cavité générale de l'hôte. La larve effectue son cycle, puis perfore le tégument du Pyrrhocoride pour se nymphoser à l'extérieur.

Le *Dysdercus* parasité peut survivre longtemps, jusqu'à 14 jours, mais la lésion provoquée par la sortie de la larve est toujours mortelle.

En outre, lorsque l'attaque se produit sur une larve, le déclanchement de la mue n'est pas inhibé mais l'animal parasité meurt au cours de celle-ci. C'est ce qui expliquerait la brutale réduction de la population des *Dysdercus* constatée entre le cinquième stade et le stade adulte au cours de l'étude sur le terrain.

Enfin, à part la perforation d'une trachée effectuée souvent à la base du tronc trachéen mésothoracique, aucun organe interne ne semble lésé, le parasitisme par *Epineura* se traduit par un affaiblissement progressif de l'hôte dû à l'épuisement de ses réserves. C'est pourquoi ses effets sont lents à se manifester.

La sortie de l'hôte est, pour la larve de la Tachinaire, un instant particulièrement critique. Sur 27 cas observés, 9 sorties normales

seulement ont été enregistrées, les autres fois, le parasite a succombé à l'intérieur de l'hôte qui n'a d'ailleurs pas survécu. Il semble que le réseau trachéen de *Dysdercus*, très élastique, agisse à la manière d'un filet dont la larve de la tachinaire se débarrasse difficilement.

Il n'a pas été possible de suivre le cycle complet de la Tachinaire, étant donnés les obstacles, déjà évoqués, rencontrés au cours de l'élevage des adultes. D'après les observations faites sur les punaises parasitées capturées dans la nature, la durée de la période larvaire serait comprise entre 10 et 20 jours. La larve se nymphose 3 heures après sa libération. La durée de la pupaison est de 10 à 11 jours avec des maxima de 13 et 14 jours. L'éclosion des pupes paraît en relation avec l'hygrométrie : elle est élevée lorsque l'humidité relative atteint 90 %, elle s'abaisse quand la valeur de ce facteur tombe à 80 %.

En élevage, la durée de vie des adultes est très variable : entre 1 et 7 jours. Une femelle éclose le jour même, non fécondée, a tenté de pondre sur un *Dysdercus*. Le fait ne s'est jamais reproduit. Aucune descendance n'a été obtenue.

Enfin, on a noté une réaction photopositive nette de l'adulte.

Rôles respectifs du prédateur et du parasite dans le contrôle de *Dysdercus superstitiosus*

L'attaque du prédateur et celle du parasite sont toujours fatales pour le *Dysdercus*. La mort, dans le premier cas est instantanée, dans le second, elle n'intervient qu'après un certain délai.

Pour *Phonoctonus*, l'agression est commandée par des besoins d'ordre alimentaire, pour *Epineura*, par les nécessités de la reproduction. L'action du *Reduviidae* aura donc tendance à être régulière, tandis que celle de la Tachinaire plutôt sporadique, dépendant de l'apparition des femelles matures.

Le *Dysdercus* quels qu'en soient l'âge et le sexe est victime du prédateur. Le parasite au contraire ne s'attaque qu'à quelques stades définis.

Au point de vue de la lutte biologique, l'agression la plus profitable s'effectue sur la larve destinée à donner une femelle après nymphose, la descendance de celle-ci étant ainsi supprimée. La disparition d'une femelle adulte du fait du prédateur est encore intéressante car elle évite les pontes ultérieures tandis que le parasitisme, lorsqu'il s'exerce à ce stade n'a sans doute que peu d'influence étant donnée la lenteur de son action. La mort d'un mâle ou d'une larve mâle n'a aucune importance pour l'avenir de la population étant donnée la très grande activité sexuelle de chacun.

Enfin, plus la disparition de la punaise rouge du cotonnier est précoce, plus les dégâts qu'elle occasionne sont réduits. Cette remarque renforce encore l'intérêt d'une attaque dirigée contre les larves plutôt que contre les adultes.

De multiples facteurs interviennent ensuite pour fixer le niveau du parasitisme ou l'importance du prédatisme, entre autres : la fréquence et l'urgence des impératifs de la reproduction ou de l'alimentation, l'adaptation au milieu et au cycle de l'hôte ou de la proie, la spécificité de celle-ci, la présence d'hyperparasites, la faculté de colonisation du milieu, fonction de la mobilité de l'insecte. C'est leur examen en ce qui concerne *Phonoctonus subimpictus* et *Epineura helva* qui va être effectué à présent. La fécondité de la femelle, chez *Phonoctonus*, est élevée, supérieure à celle de *Dysdercus*, mais la période de ponte de la première étant beaucoup plus longue, six semaines contre deux ainsi que le cycle larvaire, 50 jours contre 30, la descendance d'une femelle du ravageur en un an est plus nombreuse que celle du prédateur.

Les besoins alimentaires des larves de *Phonoctonus* sont plus forts que ceux de l'adulte, mais comme la vie larvaire est plus brève, l'agressivité moyenne du *Phonoctonus* est assez faible. En outre, l'insecte a la faculté de résister à des jeûnes prolongés.

Les très jeunes larves de *Phonoctonus* éprouvent des difficultés à vaincre les *Dysdercus* adultes et leur survie est problématique lorsque leur éclosion ne coïncide pas avec la présence de larves de *Dysdercus*. Étant donnée la période étendue de ponte du prédateur, l'inconvénient dû au décalage des cycles est minime.

Enfin, le mimétisme du *Phonoctonus* pourrait favoriser les attaques dont l'efficacité est élevée.

Aucune étude n'a été faite sur les rapports entre le prédateur et le milieu physique, ni à propos d'éventuels hyperparasites. Il faut admettre cependant l'existence, dans le milieu considéré, d'un ou de plusieurs facteurs réductionnels importants agissant sur cet insecte, qui ne fut rencontré qu'en très petit nombre. Ces facteurs sont supprimés par l'élevage de laboratoire, car il a été possible de suivre une large descendance sans mortalité importante. Ils peuvent être d'origine climatique ou biologique : parasitisme ou prédatisme. Il ne faut pas non plus exclure une possibilité de migration de la part des *Reduviidae* adultes.

Il apparaît, d'après la littérature, qu'en dehors de l'intervention de l'homme, *P. subimpictus* n'exerce qu'un faible contrôle sur les populations de *Dysdercus*. Toutefois, au cas où des études ultérieures en démontreraient l'utilité, la multiplication en élevage de ce parasite et sa libération dans la nature ne paraissent pas soulever de difficultés insurmontables.

La présence du parasite *Epineura helva* dans le biotope semble avoir exercé une influence beaucoup plus considérable sur la population de *Dysdercus* que celle du prédateur. En effet, malgré le niveau assez moyen de ce parasitisme, on a pu constater une brutale mortalité de la punaise rouge au moment de la mue imaginale. Or on a observé en élevage, que l'existence du parasite interdisait à l'hôte de mener

à bien ses métamorphoses. Il semble donc légitime d'attribuer en grande partie à *Epineura* la réduction de la population de *Dysdercus*. L'importance pratique de cette Tachinaire dans ce cas particulier serait ainsi démontrée. Les constatations biologiques effectuées montrent que le stade larvaire, accompli sous forme de parasite interne, est soustrait à l'action des facteurs climatiques, ce qui ne peut que favoriser le parasite. Par contre, la ponte de 2 ou 3 œufs sur le même hôte est un gaspillage du potentiel parasitaire puisqu'une seule larve suffit à occasionner la mort. De même, la forte mortalité des larves âgées sur le point de quitter leur hôte est préjudiciable au parasite. Enfin, pour que l'attaque du parasite rencontre son maximum d'efficacité, il est préférable qu'elle se produise sur les stades larvaires plutôt que sur les *Dysdercus* adultes. Ce fait doit retenir l'attention au cas où l'on se proposerait d'entreprendre une lutte biologique à l'aide de ce parasite.

La lutte contre *Dysdercus* en faisant appel à certaines Tachinaires a déjà été entreprise. Les Américains ont importé à Porto-Rico *Acaulona peruviana*, à la suite d'observations rapportées par un mémoire de la Estacion Experimental agricol de la Molina selon lesquelles une population de *Dysdercus ruficollis* avait été parasitée à 50 % en 1939 par *Acaulona peruviana* et *Paraphorantha peruviana*, le pourcentage de parasitisme variant d'ailleurs beaucoup d'une année à l'autre.

Certaines Tachinaires sont donc susceptibles de réduire considérablement les populations de *Dysdercus*. Tel paraît avoir été le cas de *Epineura helva*, parasite de *Dysdercus superstitiosus* à Adiopodoumé en 1950.

Facteurs climatiques de réduction naturelle

Le rôle du climat sur le développement de la punaise rouge a été envisagé par Pearson en 1940 au Nyassaland. Il suggère que la saison sèche et froide limite, dans ce pays, la pullulation des *Dysdercus*. Il confirme son opinion l'année suivante.

Dans le cas présent, des observations s'étendant sur quatre mois seulement n'autorisent pas de conclusions fermes sur l'action des facteurs climatiques : plusieurs années sont en effet nécessaires dans des études de ce genre. Néanmoins, il a paru intéressant d'indiquer les variations des principaux agents climatiques pendant la période considérée en les rapprochant des fluctuations subies par la population de *Dysdercus*. C'est ce qui est fait dans la figure 2.

L'évolution du *Dysdercus* dans son milieu a été précédemment divisée en trois phases, une première d'immigration jusqu'au 4 avril environ, une seconde de plein développement jusqu'au 19 mai, une troisième d'extinction pendant le mois de juin. Si on calcule les valeurs moyennes de la température et de l'hygrométrie pour ces trois périodes, on obtient pour la température les chiffres de 24,1°C,

25,2°C, et 23,5°C et pour l'humidité relative de 95 %, 93 % et 97 %. La température est donc croissante d'abord et décroissante ensuite, l'hygrométrie variant en sens inverse. Les chutes de pluie importantes débutent à la fin du mois de mai.

Le plein épanouissement de la population de *Dysdercus* coïncide donc avec une température maximum, une humidité minimum et des pluies peu fréquentes. Les faibles variations de la température et de l'hygrométrie conduisent à penser que les seuils critiques de ces facteurs, ou valeurs minima et maxima permettant le développement de l'insecte, ne furent pas atteints au cours de la période. PEARSON estime que les larves du premier âge ne se développent et ne muent que dans des conditions suffisantes d'humidité; il est vraisemblable qu'elles le furent toujours à Adiopodoumé.

L'action des précipitations fut peut-être plus importante, elle est en tout cas multiple : effet mécanique d'abord, différent suivant les stades qui y sont soumis : les œufs dans le sol sont submergés, les jeunes larves noyées tandis que les adultes ont possibilité de s'y soustraire en partie en recherchant des abris naturels; effet sur la température du sol ensuite, mis en évidence par une expérience de PEARSON qui constate que des œufs conservés en insectarium à 100 % d'humidité relative, la température seule variant, n'éclosent pas entre la mi-septembre et la mi-décembre, époque de la grande saison des pluies et de température basse. Il attribue ce fait à l'action des précipitations sur la température du sol; effet sur l'hygométrie enfin dont la valeur s'élève et atteint fréquemment 100 % au mois de juin. Ceci ne peut, en outre, que favoriser la pupaison de la Tachinaire parasite, *Epineura helva*.

Ce sont donc la fréquence et l'abondance des pluies de juin qu'il faut rendre en partie responsables de l'extinction de la deuxième génération à son stade larvaire.

En climat tropical humide, le développement de *Dysdercus superstitiosus* est favorisé pendant les mois de température élevée et d'hygrométrie basse, ce qui va de pair et se rencontre au cours de la saison sèche.

Action de la végétation

La définition botanique du milieu est indispensable dans l'étude d'une population de phytophages.

Elle revêt une importance primordiale dans le cas du *Dysdercus* dont les migrations d'une espèce végétale à une autre ont été depuis longtemps observées.

Les plantes hôtes de la punaise sont nombreuses, on peut citer parmi les principales : *Ceiba*, *Gossypium*, *Hibiscus*. DELATTRE, dans une note inédite, relate une expérience au cours de laquelle, ayant mis en compétition des graines de cotonnier et de *Ceiba*, il a constaté

statistiquement une préférence de *D. superstitiosus* pour le *Ceiba*. Mais le facteur alimentaire n'est pas le seul susceptible d'attirer et de retenir ce *Pyrrhocoridae*, les facteurs physiques de certains microclimats le sont également. Ainsi WHITEFIELD au Soudan constate au cours de la saison sèche la disparition de l'espèce qui ne se retrouve qu'à l'intérieur des troncs d'*Adansonia* ou Baobab, ceux-ci constituant les stations refuge de l'insecte.

Les questions de préférendum alimentaire et de microclimat sont donc à envisager successivement. Le milieu végétal étudié a évolué au cours des quatre mois d'observations. Ces modifications portant, en ce qui concerne la strate arborée, sur les organes reproductifs : fleurs, fruits, graines, et sur les organes végétatifs en ce qui concerne la strate herbacée.

Le défrichement a lieu en février, il est limité à l'abattage de quelques arbres et à la suppression complète du taillis qui est ensuite brûlé.

Après ce débroussement, l'aspect de la parcelle est celui d'une fûtaie claire où la lumière pénètre abondamment. *Cocos nucifera* est l'espèce largement dominante, représentée par dix-neuf individus. On rencontre également deux *Elaeis guineensis*, un *Ceiba thonningii*, un *Combretodendron africanum* et un *Sterculia tragacantha*, soit au total 24 arbres répartis au hasard sur la surface comme l'indique le plan (*fig.* 1).

Sur deux des côtés, des chemins ont été dégagés, l'un de 5 m de large sur la lisière nord-est, l'autre de 2 m 50 sur la lisière sud-est ; aucun arbre n'y subsiste plus.

A cette époque, le sol est nu, le *Ceiba*, dont la floraison se situe en janvier, porte des fruits, de même que les *Elaeis* et les cocotiers.

A partir de ce moment, la végétation herbacée reprend possession du terrain, envahissant même, mais plus tardivement, les voies d'accès qu'elle transforme en étroit sentier à partir du mois de juin.

Les espèces les plus communément rencontrées dans cette strate sont : *Cassia occidentalis* (Césalpiniée), *Bandeira* sp. (Césalpiniée) *Pallisota hirsuta* (Commélinacée), *Solanum anomalum* (Solanacée) *Haisteria parvifolia* (Oléacée), *Glyphaea lateri-folia* (Tiliacée), *Urena obovata* et *U. repens* (Urticacée), *Trema guineensis* (Ulmacée), *Momordica chantia* (Cucurbitacée).

A la fin de juin, la hauteur de cette strate atteint 1,50 m.

Lors des premières observations de mars, les *Dysdercus* se rencontrent épars sur toute la surface, avec cependant quelques groupements plus importants autour du *Ceiba* ou fromager, plante hôte reconnue de l'espèce. Le rôle joué par cet arbre a été mis en évidence par une circonstance fortuite. Le 18 avril, la partie de la forêt limitant au sud-est la parcelle étudiée a été à son tour défrichée dans les mêmes

conditions. Le faciès de ce lot était alors le même que celui de l'aire en observation au mois de février, à une exception près, cependant, l'absence de *Ceiba*. La population de *Dysdercus* ne s'y est pas développée malgré un microclimat apparemment plus favorable que celui dans lequel s'effectuait l'évolution de la population considérée. L'absence de la plante hôte principale pourrait en être cause.

A mesure que la végétation herbacée se développe, les *Dysdercus* se réfugient sur les chemins de bordure, quand cette strate atteint de 50 cm à 1 m, on ne rencontre plus aucune punaise sur la surface qu'elle occupe, cette observation doit être rapprochée de celle effectuée au paragraphe précédent et paraissant indiquer l'influence favorable exercée par une hygrométrie plus basse et une température plus élevée sur le développement du *Dysdercus*. La végétation entretient une forte hygrométrie et abaisse la température du milieu où elle se développe. A ce microclimat, la punaise préfère celui, plus chaud et plus sec des chemins ensoleillés et aérés.

La végétation a donc influencé très nettement la population de *Dysdercus*. Celui-ci a été attiré dans la parcelle par la présence d'un *Ceiba* en pleine fructification. Son extension a été rendue possible par les conditions écologiques favorables créées par le défrichement, son déclin a eu pour cause secondaire l'établissement progressif d'un microclimat peu propice dû au développement de la végétation herbacée et à la variation dans un sens restrictif du potentiel alimentaire aussi bien d'un point de vue qualitatif que quantitatif.

Discussion

Un certain nombre de facteurs susceptibles de jouer un rôle dans l'évolution d'une population de *Dysdercus* viennent d'être examinés. L'importance relative de chacun d'eux est délicate à déterminer. On va s'y efforcer cependant en reprenant l'étude successive des trois phases caractéristiques de la pullulation pendant la période considérée, à savoir les phases d'immigration, de plein développement et d'extinction.

La première s'achève au début avril, elle est caractérisée par un afflux d'insectes adultes vers le milieu considéré et l'exercice de la fonction reproductrice. A ce moment, la température est de 20°C en moyenne à 8 heures, et l'humidité relative s'établit à 95 % avec des extrêmes de 80 % et 100 %. La végétation herbacée est très peu importante, le *Ceiba thonningii* est en pleine fructification. Aucune observation n'est disponible sur le parasite, mais *Phonoctonus* est d'ores et déjà présent.

Dans cette phase de peuplement, le rôle principal semble revenir au facteur alimentaire représenté par la fructification du *Ceiba*. Les conditions climatiques et microclimatiques étant, de plus, favorables,

la reproduction s'effectue normalement, les femelles pondent et donnent naissance à un nombre considérable de larves néonates qui vont évoluer au cours de la deuxième période.

Celle-ci voit se succéder cinq stades larvaires de *Dysdercus* et s'étend de la mi-avril au 20 mai.

La température est en hausse d'un degré par rapport à la période précédente et l'hygrométrie en baisse, moyenne 93 % avec des extrêmes de 72 % et 99 %. Les précipitations sont rares et peu abondantes.

La fructification du *Ceiba* touche à sa fin, la végétation herbacée se développe.

Phonoctonus est présent ainsi que *Epineura helva*.

Bien que les conditions climatiques restent propices, les facteurs freinateurs naturels apparaissent : aliment moins abondant et dont la qualité est modifiée, la végétation herbacée dense repousse le *Dysdercus* et le confine sur une surface de plus en plus faible et tend ainsi à exagérer la surpopulation créée par l'éclosion d'un nombre considérable de larves. Cette surpopulation favorise l'action de tous les prédateurs : lézards, oiseaux, insectes ainsi que celle des parasites.

Cette période est caractérisée par un équilibre précaire entre les facteurs abiotiques en général favorables au phytophage et les facteurs biotiques adverses.

La phase ultime s'étend du 20 mai à la fin de juin. On assiste à la disparition de la population. Deux faits la dominent, d'une part la faiblesse du contingent d'adultes issus cependant d'une importante population larvaire, et d'autre part l'extinction de la génération née de ces adultes.

Le premier fait relève de plusieurs causes parmi lesquelles le parasitisme par *Epineura*, dont l'une des caractéristiques, qui est de provoquer la mort de l'hôte au moment de la mue, paraît devoir être invoquée, car les Tachinaires sont abondantes en mai. En outre, l'humidité croissante devient de plus en plus favorable au déroulement normal de la pupaison du parasite alors qu'elle joue en sens inverse pour l'hôte. Enfin, les facteurs botaniques freinateurs agissant déjà au cours de la période précédente, prennent de l'ampleur : alimentation insuffisante et végétation de plus en plus luxuriante.

La disparition des larves filles de cette faible population d'adultes est attribuable à l'action mécanique des précipitations importantes et fréquentes qui provoquent la submersion des pontes, ces précipitations amènent un abaissement de la température et une élévation de l'hygrométrie qui, de concert avec les facteurs botaniques, créent un microclimat entièrement défavorable, les facteurs biotiques ne jouant plus aucun rôle.

Aucun *Dysdercus* n'est rencontré sur la parcelle à partir du mois de juillet. Une recherche soigneuse a été faite en forêt, dans les champs

voisins et le parc de la station afin de découvrir les localités refuges de l'espèce. L'insecte n'a été retrouvé que sur quelques plants de cotonniers des jardins de l'Institut, où d'ailleurs il était présent en permanence depuis le mois de mars.

Ces *Gossypium* constituent donc un réservoir possible de l'espèce dans la localité considérée. La difficulté des déplacements en forêt, ne permet pas de dire qu'ils en soient le seul, certaines stations refuges ayant pu échapper aux recherches.

En conclusion, cette étude a permis de suivre l'évolution complète d'une génération de *Dysdercus* depuis l'immigration de la génération ascendante dans le biotope d'étude et l'extinction de la génération descendante.

Après un défrichement en forêt, ces *Dysdercus* adultes ont colonisé le milieu, vraisemblablement attirés par un *Ceiba* en pleine fructification; les conditions physiques rencontrées ont permis la fécondation et la ponte des femelles.

Le cycle de la nouvelle génération s'est normalement poursuivi jusqu'au cinquième stade larvaire bien que la poussée de la végétation ait développé un milieu constamment moins favorable à l'insecte et que les réserves alimentaires soient allées en diminuant.

De plus l'énorme pullulation de *Dysdercus* favorisée par les conditions exceptionnellement propices régnant au début de l'infestation, a attiré de nombreux prédateurs et parasites dont l'action s'est manifestée par une brutale régression du nombre des phytophages au moment de la nymphose.

Entre temps, les conditions climatiques évoluaient dans un sens défavorable.

La génération engendrée, extrêmement faible, a été anéantie par l'action des précipitations violentes et fréquentes qui caractérisent la saison des pluies.

Il résulte de cette étude que l'infestation par *Dysdercus* d'un milieu favorable peut se faire à partir de quelques individus, la fécondité et la rapidité de développement de l'espèce conduisant rapidement à la pullulation.

RÉSUMÉ

Le présent travail décrit le développement d'une population de Dysdercus superstitiosus *et* melanoderes *dans un défrichement en forêt tropicale, de son apparition à son extinction.*

En préliminaire, une revue de la littérature écologique concernant D. superstitiosus *est présentée.*

Les facteurs de réduction naturelle sont envisagés: une attention

spéciale est accordée à un prédateur, Phonoctonus fasciatus *v.* subimpictus, Reduviidae, *et à un parasite*, Epineura helva WIED, Tachinidae.

Les composantes du climat, température, hygrométrie, précipitations, sont notées pendant l'étude ainsi que les variations de la végétation et leur influence sur le microclimat et les facteurs alimentaires.

Les valeurs respectives du prédateur et du parasite dans le contrôle de la pullulation de la punaise du cotonnier sont comparées et l'influence des autres facteurs discutée.

(Institut de recherches du coton et des textiles exotiques, Tikem, Tchad).

BIBLIOGRAPHIE

BALLARD (E.) et EVANS (M.). Gwen. 1927. — *Dysdercus sidae* MONTR. in Queensland (*Bull. Ent. Res.* 1927-1928).

BEBBINGTON (A.G.) et ALLAN (W.). 1934. — The Interrelationship of Wild Hosts Plants and Cotton with Reference to variation in Stainer population in Northern Rhodesia (Emp. Cott. growing Corp. IId conference on cotton growing Problems. London 1934).

BEBBINGTON (A.G.) et ALLAN (W.). 1936. — The Food Cycle of *Dysdercus fasciatus* in Acacia Savannah in Northern Rhodesia (*Bull. Ent. Res.* 1936).

BRIXHE (A.). 1936. — Le *Dysdercus* ravageur du cotonnier *(Bull. Agric. Congo belge)*.

CHIANG (H.C.) et HODSON (A.C.). 1950. — An analytical Study of Population growth in *Drosophila melanogaster* (*Ec. Mon.*, vol. 20, nº 3).

CLAUSEN (C.P.). 1940. — Entomophagous Insects (*Mc Grow Hill Book Co Inc.*).

COWLAND et RUTTLEDGE. 1927. — Notes on the cotton Stainers *(Dysdercus)* in the Sudan *(Bull. Ent. Res.* XVIII, 1927).

DELATTRE (R.). 1950. — A propos des *Dysdercus* du cotonnier *(Hem. Pyrrhocoridae)* (*Coton et fibres tropicales*, vol. v, fasc. 2).

ELTON (C.). 1946. — The Ecology of Animals (*Methuen and Co Ltd* London).

FREEMAN (P.). 1947. — A revision of the *Genus Dysdercus* Boisduval *(Hemiptera Pyrrhocoridae)* excluding the American Species (*Commonwealth Inst. of Ent.* London 1947).

GAUSE (G.F.). 1935. — Vérifications expérimentales de la théorie mathématique de la lutte pour la vie (*Actualités Sc. et Ind., Hermann et Cie, éd.*).

GOLDING (F.D.). — 1925. Statistical Survey on the Infestation of *Dysdercus spp.* on Cotton in Nigeria (*4th Ann. Bull. Agric. Dpt. Nigeria* 1925).

GOLDING (F.D.). 1927. — Notes on the Bionomics of Cotton Stainers *(Dysdercus)* in Nigeria *(Bull .Ent. Res.* 1927).

HARGREAVES (H.). 1948. — List of Recorded Cotton Insects of the World (*Comm. Inst. of Ent.*, London 1948).

HESSE (R.). 1949. — Ecological Animal Geography (*Wiley and Sons Inc.* New York).

IMMS (A.P.). 1948. — A General Text Book of Entomology (*Methuen and Ltd.*, London).

KOSTITZIN (V.A.). 1934. — Symbiose, Parasitisme et Evolution (Etudes mathématiques) (*Act. Sci. et Ind. Hermann et Cie ed.*).

LOTKA (A.J.). 1934. — Théorie analytique des associations biologiques. 1re partie. Principes, 2e partie : Analyse démographique avec applications particulières à l'espèce humaine (*Act. Sc. et Ind., Hermann et Cie, éd.*).

MC COLAN (E.). 1946. — Cotton Stainers *(Dysdercus spp.)* in the West Indies (*Bull. Ent. Res.* 1946).

MC GILL (E.I.). 1935. — I. On the Biology of *Dysdercus Howardi* Balloud (*Bull. Ent. Res.* 1935).
II, The Effect of continued inbreeding on the life history (*Bull. Ent. Res.* 1941).
III. The effect of Temperature and Humidity on the life cycle (*Bull. Ent. Res.* 1945).

PAULIAN (R.). 1947. — Observations écologiques en forêt de Basse Côte d'Ivoire (*Encycl. Biogéo. et Ecol.*).

PEARSON (E.O.). 1934. — Preliminary observations on cotton stainers and Internal Boll Disease of cotton in South-African (*Bull. Ent. Res.*, vol. 25, part. 3).

POMEROY (A.W.). 1924. — Further observations on *Dysdercus superstitiosus* and other Insects affecting cotton in Southern Nigeria (*Bull. Ent. Res.* 1924).

POPE (J.B.). 1929. — El « Arrebiatado » del Algodon en Piura (*Estac. Exp. Agric. de la Soc. Nat. Agrar.* Lima).

SQUIRE (F.A.). 1939. — Observations on Cotton Stainers *(Dysdercus)* in the West Indies (*Bull. Ent. Res.* 1939).

ULYETT (C.C.). 1930. — The life history, bionomics and control of cotton stainers in South Africa (*Union of S. Africa, Sci. Bull.* nº 94, 1930).

VAYSSIÈRE (P.). 1930. — Les insectes nuisibles au cotonnier dans les colonies françaises (*Faune des colonies fr.*, tome IV, fasc. 3).

VILLIERS (A.). 1948. — Hémiptères Réduviides de l'Afrique noire (*Librairie Larose*, Paris).

VOLTERRA (V.) et d'ANCONA (U.). 1935. — Les Associations biologiques au point de vue mathématique (*Act. Sc. et Ind., Hermann et Cie, éd.*).

VRYDAGH (J.M.). 1941. — Etude sur la Biologie de *Dysdercus superstitiosus* F. (*Hemiptera*) (*I.N.E.A.C., série Sc.*, nº 24 *bis*).

VRYDAGH (J.M.). 1942. — Etude comparée sur la biologie de *Dysdercus Nigrofasciatus* STAL et *Dysdercus melanoderes* KARSH. (*I.N.E.A.C., série Sc.*, nº 31).

WHITFIELD (F.G.) Sarel. 1933. — The Bionomics and control of *Dysdercus (Hemiptera)* in Sudan (*Bull. Ent. Res.*, vol. 24, part. 2).

BIOLOGIE DE *PHRYXE CAUDATA* RONDANI *(DIPT. LARVAEVORIDAE)* PARASITE DE LA CHENILLE PROCESSIONNAIRE DU PIN *(THAUMETOPOEA PITYOCAMPA* SCHIFF.*)*

PAR

E. BILIOTTI

La Tachinaire *Phryxe caudata* ROND. (*) appartient à la sous-famille des *Larvaevorinae (Tachininae)*; MESNIL en a donné récemment une nouvelle description dans l'ouvrage de LINDNER : Die Fliegen der Palaearktischen Region (179-pp. 397-99) ainsi que la liste des synonymies.

Phryxe caudata RONDANI Dipt. Ital. III, p. 139, 1859;

— *berceella* ROBINEAU DESVOIDY, 1863, Dipt. Env. de Paris, I, p. 384;

— *erucastri* ROBINEAU DESVOIDY, 1863, *ibid*, p. 412;

Ceratochaeta secunda. BRAUER et BERGENSTAMM, 1891, Denksch. Akad. Wien, LVIII, p. 338.

Cette espèce est connue comme parasite de la Processionnaire du pin *Thaumetopoea pityocampa* SCHIFF. Nous avons eu l'occasion de la rencontrer et de l'observer au cours de nombreuses tournées dans différentes régions de France et avons pu préciser quelques points de sa biologie grâce à des élevages au laboratoire réalisés à la Station centrale de Zoologie agricole de Versailles (**). Dans une précédente publication (BILIOTTI 1954) nous avons utilisé pour cette espèce le nom de *Phryxe secunda* B.B.

(*) Nous remercions notre collègue J. D'AGUILAR qui a déterminé nos exemplaires.

(**) De très intéressants renseignements ont également été obtenus grâce à des élevages réalisés à Toulon par M. BILIOTTI père, que nous sommes heureux de remercier ici.

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE.

En France, nous avons obtenu *P. caudata* de toutes les localités où nous avons récolté des Processionnaires du pin;

Littoral Atlantique: Carnac, Saint-Brévin, Les Sables-d'Olonne.

Landes de Gascogne: Lacanau, Caudos, Biscarosse, Captieux, etc.

Languedoc: Lunel, Lodève, Montpellier.

Cévennes: environs d'Alès.

Provence: Région de Toulon, côte des Maures, Côte d'Azur et Alpes de Provence.

Corse: Forêt de Valdo Niello.

Nous avons également retrouvé cette Tachinaire comme parasite de Processionnaires vivant sur cèdre et reçues de plusieurs localités du Maroc (*).

Décrite d'Italie, l'espèce ne paraît pas avoir été rencontrée en Espagne par MERCET (1924), mais elle y existe très probablement.

De plus, WILKINSON (1926) signale *P. caudata* comme parasite de *Thaumetopoea wilkinsoni* TAMS à Chypre. L'espèce semble donc répandue dans toute la zone d'habitat de *Th. pityocampa* et de l'espèce voisine *T. wilkinsoni*.

CYCLE ANNUEL.

Lorsqu'on examine des nids de Processionnaires du pin à la fin de l'hivernation lorsque les chenilles sont parvenues à leur dernier stade larvaire on trouve fréquemment à leur surface, plus ou moins recouvertes par le tissage soyeux, des pupes de *P. caudata*. Les adultes qui en proviennent éclosent peu de temps après et on peut observer leur activité au voisinage des « Processions » préliminaires à la nymphose. (Les Sables-d'Olonne, fin février 1951; Toulon, fin mars 1952; Le Moutchic, Lacanau, mars 1952, etc.)

Plusieurs mois plus tard, en surveillant les jeunes chenilles on peut observer de nouveau l'activité d'adultes de *P. caudata* autour des colonies du 3e stade larvaire. (Lunel, 22 septembre 1952; Landes de Gascogne, 22, 23 septembre 1954; dune côtière du Truc-du-Lion.)

Pour préciser les périodes d'apparition des mouches nous avons récolté :

1° Des nids au cours de l'hiver;

2° Des chenilles au moment de l'enfouissement (Processions prêtes à s'enfouir).

Les indications fournies par ces élevages au cours des dernières

(*) Nous remercions les nombreuses personnes qui nous ont fait parvenir les Processionnaires, en particulier M. le Conservateur METRO, directeur de la Station de Recherches et d'Expérimentation forestières de Rabat.

années, pour la région de Toulon sont résumées dans le tableau suivant où figurent également les périodes de sortie des papillons.

Année	1es Sorties de *P. caudata*	Sorties de Papillons	2es Sorties de *P. caudata*
1951	»	18 au 23 août	23 septembre au 18 octobre
1952	10 au 28 mars	15 au 31 août	25 septembre au 8 octobre
1953	24 mars au 7 avril	15 août au 4 septembre	1er au 9 septembre
1954	21 février au 14 mars	19 août au 5 septembre	»

Enfin les élevages au laboratoire nous ont permis de préciser la succession des générations.

Les œufs pondus sur jeunes chenilles (3e stade) donnent naissance à des asticots dont l'évolution se poursuit jusqu'à la fin du 4e stade larvaire de l'hôte; ils sortent alors du corps des chenilles et forment leur puparium dans le tissage du nid. Les adultes issus des pupes attaquent les chenilles du 5e et dernier stade larvaire avant leur enfouissement. Les asticots de 2e génération terminent leur évolution dans la chrysalide et s'empupent dans le sol; les mouches de 2e génération s'attaquent aux jeunes chenilles à l'automne.

BIOLOGIE DE L'ADULTE.

Les adultes de *P. caudata* s'accouplent facilement en captivité dès la sortie du puparium et peuvent être gardés assez longtemps en élevage.

Nous avons utilisé à cet effet des bocaux de verre d'un litre à large ouverture; cette dernière était fermée par une mousseline maintenue par un bracelet élastique. Le fond du bocal était garni d'une rondelle

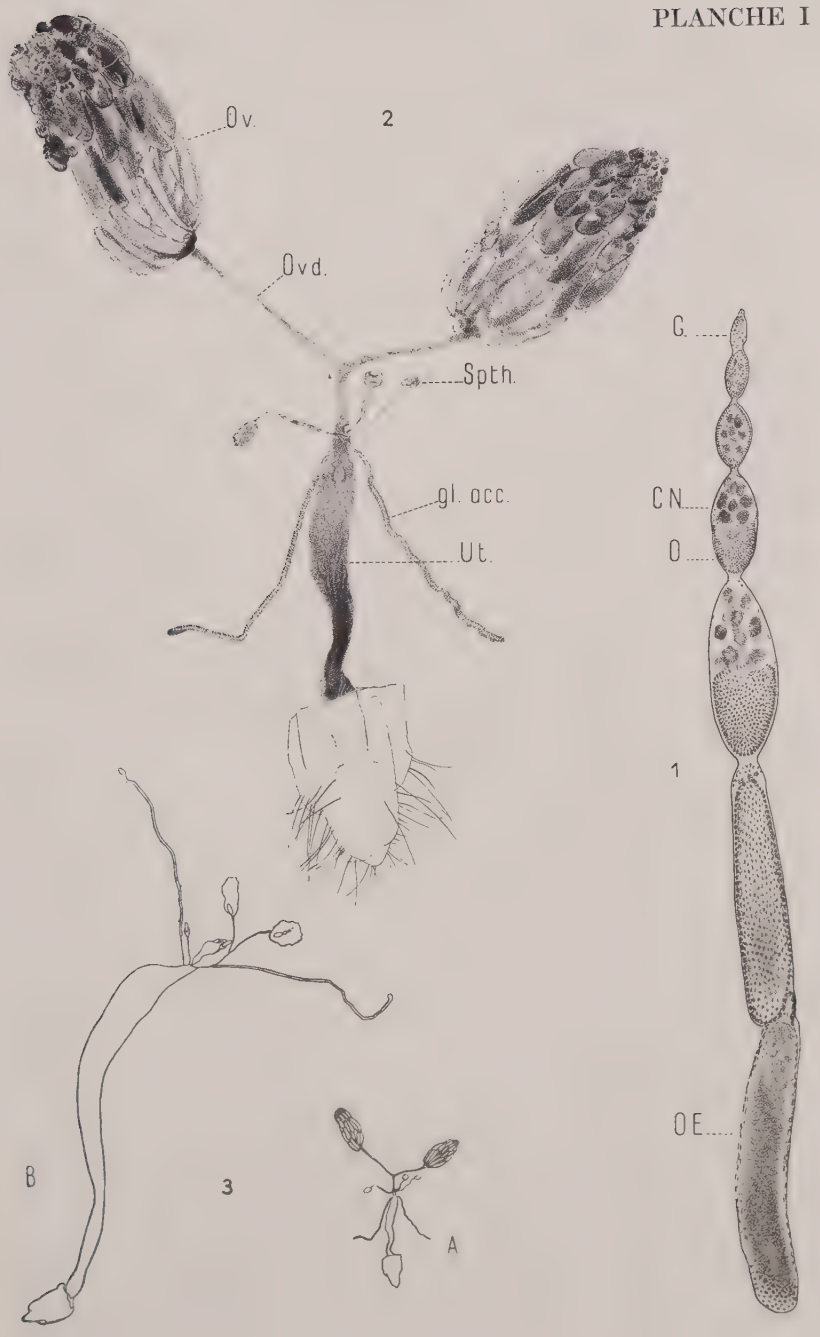
---

Légende de la planche I.

1. *Détail d'une gaine ovarique :* G, germarium; CN, cellules nourricières; O, ovule; Œ, œuf.
2. *Appareil génital femelle à l'éclosion :* Ov., ovaire; Ovd., oviducte; Spth., spermathèque; gl. acc., glande accessoire; Ut., utérus.
3. *Schéma de comparaison* d'un appareil génital femelle à l'éclosion (A) et d'un appareil génital femelle en cours de ponte (B).

Dessins de R. Préchac *et* G. Louveaux.

PLANCHE I



de papier filtre et des lanières de papier pliées en zig-zag servaient de support aux mouches, au nombre d'une dizaine par bocal. La mousseline de fermeture était humectée 2 ou 3 fois par jour ce qui assurait aux mouches une quantité suffisante d'eau de boisson et maintenait dans les bocaux une hygrométrie de 70 à 80 %. Les récipients d'élevage étaient placés dans une pièce, à température constamment voisine de 15° C, où l'hygrométrie était voisine de 60 %.

La nourriture était constituée par un morceau de sucre ordinaire. Nous avons également employé avec succès de « l'agar miellé » (*), mais une nourriture purement glucidique suffit. Les mouches à leur sortie du puparium présentent un corps adipeux blanc très abondant d'allure granuleuse qui est entièrement résorbé pendant la période de maturation des œufs.

Dans les conditions décrites, la longévité maximum par lot des femelles en élevage peut atteindre soixante-cinq jours, la moyenne étant de cinquante jours environ.

Grâce à des dissections régulières nous avons pu suivre le développement ovarien.

Les ovaires sont du type méroïstique polytrophique (ovocytes accompagnés d'un groupe de cellules nourricières) chacun est formé d'une trentaine de gaines ovariques (*voir fig.* 1 *et* 2, *Pl. I*).

Au moment de la sortie du puparium on compte 4 ovocytes en cours de développement avancé dans chaque gaine et les deux premiers ne tardent pas à descendre dans les oviductes après l'accouplement.

Les deux oviductes se rejoignent en un canal commun qui débouche dans l'utérus au-dessus des orifices des trois spermathèques et des deux glandes accessoires.

A l'éclosion, l'utérus est un tube court à parois musculeuse et élastique, abondamment pourvu de trachées; les œufs s'y accumulent, provoquent une augmentation considérable de sa taille, et il joue désormais le rôle d'appareil incubateur. Les œufs sont stockés perpendiculairement à l'axe de l'organe qui s'est enroulé sur lui-même et occupe la presque totalité de la cavité abdominale, par rangées successives de 6 ou 7 unités; à l'extrémité de l'utérus leur orientation change, ils se placent longitudinalement et s'engagent dans l'oviscapte, l'extrémité postérieure la première.

Le remplissage de l'utérus dure, dans les conditions de nos élevages, dix-huit jours. Le développement embryonnaire est entièrement intra-utérin et on voit facilement les mouvements de l'armature buccale des jeunes larves par transparence à travers le chorion des œufs prêts à être expulsés. Dès le dixième jour, les œufs les plus anciens contiennent des larves entièrement formées. L'utérus plein, chez les mouches privées d'hôtes contient 214 à 255 œufs prêts à être déposés; à ce stade les ovaires sont très réduits et marqués à leur base d'un corps

(*) Selon la formule de Holloway (J.K.) *J. Ec. Ent.* 32, 1, 154.

jaune abondant et bien visible. Par la suite une deuxième série d'œufs peut être mûrie, son développement débute aux environs du vingt-huitième jour.

Chez les femelles non accouplées le développement ovarien se poursuit normalement mais la descente des œufs dans l'utérus est retardée; par exemple, une mouche vierge après sept jours de vie en laboratoire présente 4 ovules développés dans chaque gaine, les œufs sont accumulés à la base des ovaires et une cinquantaine d'entre eux sont en voie de dégénérescence dans l'utérus. Chez les femelles plus âgées, le contingent d'œufs descendus peut être beaucoup plus important; dans un cas nous avons observé la ponte d'œufs non fécondés.

Les femelles privées d'hôtes se libèrent de leurs œufs en les déposant sur les parois des cages ou sur leurs voisines dans les élevages en groupes.

La forme de l'œuf (long de 0,9 mm) rappelle celle d'une banane; il est légèrement élargi au pôle postérieur. Le chorion présente une face supérieure bombée, légèrement plus épaisse dont la surface est réticulée et une face inférieure plus mince, lisse. Ces caractères suggèrent que ce type « membraneux » dérive du « macrotype ».

Pour étudier la ponte et le développement larvaire nous avons d'abord introduit des chenilles, portées ou non par un rameau de pin, dans des cages contenant les Tachinaires. Cette méthode ne permet pas une observation facile et le nombre d'œufs pondus sur chaque chenille ne peut être connu avec précision. Essayant ensuite divers systèmes de cages nous avons constaté que les mouches pouvaient très bien pondre si elles étaient séparées des chenilles par une paroi de mousseline à mailles suffisamment larges pour permettre le passage de l'ovipositeur. Nous avons alors réalisé un système de cages d'élevage individuelles permettant de garder au laboratoire des femelles fécondées et d'observer leur ponte (*fig.* 1).

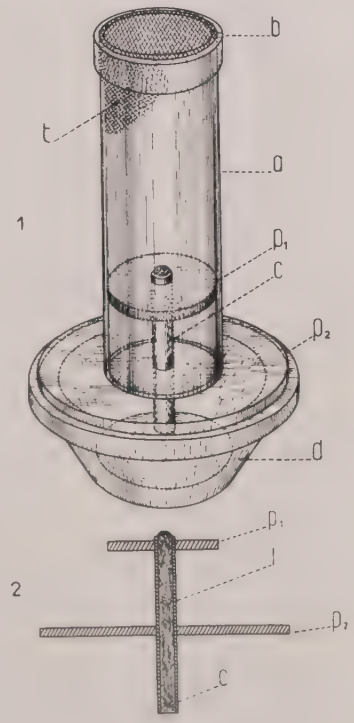


FIG. 1 : *Vue d'ensemble de la cage d'élevage individuelle.* a, tube verre de lampe; b, couvercle; c, tube intermédiaire; d, récipient plein d'eau; p1-p2, plateaux; t, tulle collé aux parois.

FIG. 2 : *Coupe de la partie intermédiaire* montrant le tube (C) garni de laine de verre (l) et les plateaux.

Dessins de R. PRÉCHAC *et* G. LOUVEAUX.

Le modèle adopté en définitive (*) est le suivant : Un tube de verre [*c*] de faible section (0,6 cm de diamètre) rempli de coton hydrophile ou de laine de verre [*l*] bien serré, traverse axialement deux plateaux de matière plastique auxquels il est soudé (*fig.* 2). Le grand plateau [*p*2] repose sur le bord supérieur d'un récipient rempli d'eau [*d*] et sert de support à un tube de verre de lampe [*a*] de 10 cm de haut, lui-même enfilé autour du petit plateau supérieur [*p*1] et fermé par un couvercle de mousseline à mailles larges [*b*].

La mouche est enfermée dans le tube verre de lampe, elle dispose d'eau (par le coton central) et d'un morceau de sucre, pour lui permettre de se déplacer facilement un morceau de tulle [*t*] est collé tout autour du tube et lui assure un support. Lorsqu'une chenille est placée sur la mousseline supérieure et maintenue en place sous un verre de montre ou un couvercle en matière plastique, la Tachinaire peut pondre facilement.

PONTE.

Mise en présence de son hôte *P. caudata* s'arrête à proximité de celui-ci, rabat l'extrémité de son abdomen vers l'avant entre ses pattes et pousse en avant son oviscapte qui peut s'allonger ainsi de plus d'un centimètre; elle tâte les téguments de la chenille avec l'extrémité de l'organe et ne dépose son œuf que lorsqu'elle a trouvé une zone dépourvue de pilosité. Les points les plus fréquemment utilisés sont les membranes intersegmentaires, la base des fausses pattes, la paroi ventrale de l'abdomen.

VIE ENDOPARASITAIRE.

Aussitôt l'œuf déposé, la jeune larve sort activement du chorion et commence à attaquer le tégument de l'hôte à l'aide de son armature buccale tranchante (*fig.* 2, *Pl. II*); au bout d'un temps variable avec les individus et le lieu où l'œuf a été pondu, généralement quelques minutes, la larve du premier stade a disparu à l'intérieur de l'hôte.

Nous ne décrirons pas ici les différents stades larvaires. Les armatures buccales ont été dessinées, à la même échelle; la longueur totale de l'armature du 3e stade est de 1 mm. Nous avons figuré aussi un stigmate postérieur de la larve du 3e stade ainsi que les spicules portés par la larve du premier stade en arrière des stigmates (*fig.* 1, 3, 4, *Pl. II*).

Après sa pénétration dans l'hôte, c'est-à-dire, dans les conditions naturelles, dans la chenille du 3e stade de *T. pityocampa*, la larve de

(*) Ce modèle a été mis au point par M. A. Burgerjon agent technique principal à la Station centrale de Zoologie agricole.

PLANCHE II

1. *Armatures buccales des larves :* I, du 1er stade ; II, du 2e stade ; III, du 3e stade.
2. *Détail de l'armature buccale du premier stade.*
3. *Spicules postérieurs de la larve du 1er stade.*
4. *Stigmate postérieur de la larve du 3e stade.*

Dessins de R. PRÉCHAC *et* G. LOUVEAUX.

P. caudata reste, pendant une longue période, libre dans la cavité générale. Son tube digestif d'abord incolore prend une teinte verdâtre, mais on n'observe aucune croissance. C'est seulement dans le cours du 4e stade de l'hôte que le parasite change de comportement, et ceci quelles que soient les conditions d'élevage, et la date de pénétration de la larve. La L_1 de *Phryxe* se dirige vers la partie postérieure de l'hôte au niveau du buisson trachéen très dense qui s'étend entre le dernier et l'avant-dernier stigmate abdominal. Dans cette zone qui se trouve au niveau de l'ampoule rectale, la larve perce une trachée pour y constituer un « soupirail trachéen secondaire » (Pantel 1910) à partir duquel va se constituer une « gaine secondaire trachéenne » qui l'entoure presque entièrement.

Le soupirail paraît pouvoir être percé aussi bien à l'aide de l'armature buccale que des spicules postérieures, si l'on en juge par ce qui se passe dans les cas d'« autoparasitisme ». Nous désignons ainsi les cas où la larve de Tachinaire s'attaque à un individu de sa propre espèce. Nous avons signalé plus haut que les mouches privées d'hôtes pondaient parfois l'une sur l'autre; dans ce cas nous avons observé à plusieurs reprises la pénétration des larves. A la dissection nous avons toujours retrouvé ces dernières fixées sur les tissus de leur hôte anormal. Cette fixation était due à une réaction brutale des tissus à toute lésion faite par la larve. La formation de chitine cicatricielle était assez rapide pour emprisonner la larve vivante; or, elle se produisait soit au niveau de l'armature buccale, soit au niveau des spicules postérieurs ou en ces deux points simultanément (*Pl. III*). Notons que dans le cas très curieux relaté ici les larves ont été retrouvées surtout accrochées au volumineux diverticule du jabot des mouches.

Après la constitution de la gaine, la larve s'alimente plus abondamment; il est probable qu'elle passe d'un régime strictement « hématophage » à un régime « hémostéatophage ». Mais c'est seulement lors de l'intense accroissement de l'activité physiologique de l'hôte qui caractérise la fin du 4e stade de la chenille que le parasite passe au 2e stade.

Cette phase de l'activité physiologique des chenilles est marquée notamment par le développement du tissu adipeux qui se terminera au 5e stade; elle correspond à la reprise d'une grande activité alimentaire lorsque l'hivernation s'est produite au 4e stade.

Le 2e stade est court; Pantel le définit, en règle générale, comme « un stade de transition marqué surtout par l'établissement de conditions respiratoires mieux adaptées à un métabolisme actif ». Ici, le changement de mode respiratoire a été réalisé avant la première mue. Les deux exuvies restent à l'intérieur de la gaine que la larve de *Phryxe* quitte au cours du 3e stade; après une phase sarcophage courte et peu active, elle sort de son hôte avant que celui-ci ait pu effectuer sa quatrième mue.

L'évolution que nous venons de décrire est celle qui se déroule lorsque la ponte a eu lieu sur une chenille du 3e ou 4e stade; pour la deuxième génération annuelle de la Tachinaire la ponte a lieu sur la chenille du 5e stade et le déroulement des phénomènes est le suivant :

La gaine est formée au point habituel avant la mue, la larve parasite n'évolue pas pendant toute la première partie du développement nymphal marquée par la prépondérance des phénomènes d'histolyse, ni pendant la phase de repos qui suit; son développement ne reprend que lorsque les processus d'histogénèse s'accélèrent dans la chrysalide. La croissance du parasite est alors rapide et la L3 quitte l'hôte pour former sa pupe à une période correspondant à l'éclosion des papillons normaux.

Le décalage qui sera finalement observé entre l'apparition des adultes de *T. pityocampa* et de la Tachinaire dépend essentiellement des conditions d'évolution de la pupe dans le sol; dans les conditions naturelles, nos observations ont toujours montré qu'il permettait facilement aux *Phryxe* d'assurer leur descendance.

Il arrive que les chrysalides de *T. pityocampa* présentent une diapause qui correspond à une prolongation d'un an de la phase de repos normale. La récolte et l'examen de telles chrysalides nous ont montré que la larve du parasite subit un arrêt de développement de même durée (Biliotti 1955).

Ainsi tout au long de son développement, la larve endoparasite de *Phryxe* est sous la dépendance de stimulations physiologiques en provenance de l'hôte. Le moment de la pénétration dans la chenille n'a pas d'influence sur la phase finale du développement parasitaire et les conditions du milieu n'interviennent que par leur influence sur l'hôte.

Notons cependant qu'un petit nombre de parasites ne réagissent pas conformément au schéma que nous avons exposé; quelques larves L1 peuvent rester libres au moment de la 4e mue de l'hôte. Ces individus se fixent plus tardivement et leur développement est en définitive intermédiaire entre ce que nous avons décrit pour la première et la deuxième génération normales. Il semble que, dans la plupart des cas, les larves de ce type quittent l'hôte après le tissage du cocon, mais avant la mue nymphale.

Du fait de la fixation et du développement de la gaine, il ne nous a pas été possible d'entreprendre des expériences de transplantation de larves du type de celles réalisées par Schneider (1950) sur les *Diplazon* parasites de Syrphides.

Lorsque plusieurs *P. caudata* parasitent le même hôte on n'obtient qu'une ou deux larves mûres capables de se nymphoser, les individus surnuméraires meurent au premier ou au deuxième stade. Ce « super-

parasitisme » (*) peut, dans les cas extrêmes, conduire à une mort prématurée de l'hôte et toutes les larves parasites.

Au cours de sa vie endoparasitaire *P. caudata* peut également entrer en concurrence avec *Compsilura concinnata* MEIG. Cette espèce peut utiliser *T. pityocampa* comme hôte hivernal et nous l'avons obtenue plusieurs fois dans nos élevages. Les larves de *Compsilura* abandonnent les chenilles à peu près au même moment que les larves de *Phryxe ;* le petit nombre d'individus observés ne nous a pas permis de nous faire une opinion sur les chances de survie de l'une ou de l'autre espèce dans les cas de « coparasitisme ».

Un autre phénomène peut intervenir pour troubler le développement de *Phryxe*; lorsque les chenilles de Processionnaire du pin sont atteintes de maladies, elles risquent de mourir avant la date normale de sortie des larves parasites. La maladie la plus importante qui attaque les *T. pityocampa* est une virose (VAGO 1953); dans les conditions naturelles la mortalité des chenilles se manifeste surtout vers la fin du 4e stade. Dans ces conditions nous avons constaté que les *Phryxe* pouvaient survivre à la mort prématurée de leur hôte en subsistant plusieurs jours aux dépens du cadavre (BILIOTTI 1955). Les adultes formés dans ces conditions sont de taille très inférieure à la normale (jusqu'à un cinquième) mais féconds.

SPÉCIFICITÉ PARASITAIRE.

A l'heure actuelle nous n'avons obtenu *P. caudata* que de *T. pityocampa ;* les diverses mentions faites de cette Tachinaire dans la littérature la donnent soit comme parasite de ce même hôte, soit comme parasite de l'espèce voisine *T. wilkinsoni* (WILKINSON 1926), soit comme parasite de *Th. processionea*. Les hôtes indiqués par BAER (1920) ne doivent pas être pris en considération car les quelques indications biologiques données par l'auteur montrent nettement qu'il s'agit en fait d'une confusion d'espèces. Dans l'impossibilité où nous sommes de vérifier la parasitisme sur *Th. wilkinsoni* et n'ayant jamais obtenu *P. caudata* de *T. processionea* nous la considérons, avec MESNIL, comme un parasite spécifique de *T. pityocampa*.

(*) Nous utilisons ici « superparasitisme » proposé par SMITH (H.S.) (1916). Par contre nous avons préféré « coparasitisme » à « parasitisme multiple » proposé par cet auteur.

Légende de la planche III.

« *Autoparasitisme* » : (1) Larves du premier stade (L.) fixées sur le jabot (J) d'une Tachinaire (d'après une préparation microscopique). (2) Détail de larves du premier stade montrant les réactions (R) de la mouche (d'après des préparations microscopiques).

Dessins de R. PRÉCHAC *et* G. LOUVEAUX.

PLANCHE III

Cette spécificité nous paraît difficilement attribuable à un choix exclusif de la Processionnaire du pin par la femelle pondeuse, en effet nous avons déjà souligné que les mouches longtemps privées d'hôtes se débarrassent de leurs œufs sur toute espèce de support. Dans les conditions du laboratoire nous avons obtenu, avec des femelles isolées depuis vingt-quatre à quarante-huit heures, des pontes sur plusieurs espèces de chenilles notamment *Malacosoma neustria* L., *Euproctis chrysorrhoea* L. (= *phaeorrhoea* DON.) et *Pieris brassicae* L. (*). Dans la nature, en absence de *T. pityocampa* les *Phryxe* sont certainement capables de déposer leurs œufs sur d'autres chenilles. Les facteurs qui peuvent empêcher le succès du parasitisme sur telle ou telle espèce sont donc à rechercher ailleurs. Nous les classerons sous les trois rubriques suivantes :

1° *Impossibilité de rencontre de la femelle pondeuse avec l'hôte à un stade vulnérable.*

Les deux espèces peuvent être isolées dans l'espace (isolement géographique) ou dans le temps (non concordance des cycles annuels). Ce cas est très bien illustré par la Processionnaire du chêne. Les zones d'habitat de *T. pityocampa* hôte normal de *P. caudata* et de *T. processionea* sont relativement séparées; il existe cependant des localités où les trois espèces cohabitent. Nous en avons trouvé une, à Caudos (**) dans les Landes de Gascogne. Dans cette région les deux générations de *P. caudata* sont en activité dans la nature, en mars-avril et septembre-octobre. A l'automne les Processionnaires du chêne sont au stade œuf, elles hivernent à ce stade et ne peuvent donc être attaquées. Au printemps, nous n'avons pas d'indication précise sur la date d'éclosion des œufs de *T. processionea* (entre le 5 et le 25 avril dans la région parisienne, avec quinze jours d'avance dans la région d'Angers) mais il ne nous paraît pas impossible que les *P. caudata* puissent survivre assez longtemps pour attaquer les chenilles du 3e stade. Il serait intéressant d'étudier sur place cette possibilité. Quoi qu'il en soit, les prélèvements de nids de nymphose de *T. processionea* réalisés à Caudos ne nous ont jamais donné *P. caudata*. En ce qui concerne *T. wilkinsoni*, WILKINSON n'a pas séparé les trois espèces de Tachinaires recueillies par lui (*Compsilura concinnata* MEIG. *Tricholyga segregata* ROND et *Ceratochaeta caudata* ROND) mais les périodes d'éclosion qu'il indique : mars et octobre-novembre, montrent que l'attaque des chenilles par *P. caudata* est possible dans les mêmes conditions que pour *Th. pityocampa* aux mêmes stades.

(*) Les chenilles utilisées dans nos essais étaient fournies par l'Insectarium de la Station centrale de Zoologie agricole sous la responsabilité de M. R. SILVESTRE DE SACY.

(**) Nous sommes heureux de remercier ici M. BLIECK, sylviculteur à Caudos, pour l'excellent accueil qu'il nous a toujours réservé.

2° *Insuccès dans la « prise de possession de l'hôte » par la larve parasite.*

Après le dépôt de l'œuf, la jeune larve doit percer le tégument de l'hôte pour gagner sa cavité générale; elle peut en être empêchée par les réactions de la chenille ou la dureté de ses téguments.

Lorsque l'œuf est déposé sur *T. pityocampa* nous n'avons jamais observé de réaction violente des chenilles; il en a été de même sur les autres hôtes sauf en un cas où une chenille de *E. chrysorrhoea* a dévoré successivement 4 œufs puis en a passivement laissé déposer plusieurs autres

Nous avons observé peu d'insuccès des larves pour pénétrer dans leur hôte, sauf dans le cas de *E. chrysorrhoea* où la pénétration s'est avérée beaucoup plus difficile.

3° *Insuccès du développement endoparasitaire.*

La réalisation complète de la vie endoparasitaire dépend d'une corrélation étroite entre les physiologies de l'hôte et du parasite; le développement peut s'arrêter lors d'une des crises qui marquent l'évolution normale.

Chez *E. chrysorrhoea* les larves de *P. caudata* ne dépassent pas le stade de vie libre dans la cavité générale; elles meurent avant d'avoir percé leur « soupirail trachéen secondaire » et sont alors entourées d'une couche de phagocytes.

Chez *M. neustria* par contre, le développement se poursuit beaucoup plus longtemps. La phase de fixation a lieu normalement mais les larves parasites muent difficilement du premier au 2e stade et surtout du 2e au 3e. Dans nos essais, les chenilles parasitées ont survécu longtemps à l'avant-dernier stade puis ont cessé de s'alimenter (*) et sont mortes. Elles contenaient à ce moment des larves de *Phryxe* à la fin du 2e stade; la plupart étaient mortes au moment de la mue: elles présentaient des empâtements de l'armature buccopharyngienne entourée parfois d'amas d'allure phagocytaire. Les gaines étaient généralement anormales avec des zones de noircissement et souvent des nécroses des trachées près du point de fixation.

En définitive c'est cet aspect des relations parasitaires qui nous paraît le plus important, et qu'il serait le plus intéressant d'étudier dans le cas de *P. caudata*; et nous regrettons que nos élevages au laboratoire ne nous aient pas encore permis d'étudier en détail la possibilité de vie endoparasitaire de cette espèce dans *T. processionea*.

APPRÉCIATION DU ROLE RÉGULATEUR DE *P. caudata*.

Les multiples prélèvements de *T. pityocampa* que nous avons réalisés et les envois qui nous ont été adressés ont toujours été positifs.

(*) Ces essais ont été réalisés à contre-saison, avec des chenilles élevées sur feuillage de ronce.

en ce qui concerne la présence de *P. caudata*, lorsqu'il s'agissait de chenilles du 4e stade. Mais le taux de parasitisme ainsi mis en évidence n'a jamais été très fort. Pratiquement dans la zone où la Processionnaire du pin fait régulièrement des dégâts on ne peut guère évaluer à plus de 30 % la fraction de la population détruite par la Tachinaire.

Cette faible efficacité en tant qu'agent régulateur paraît surprenante quand on considère la remarquable corrélation des cycles vitaux de l'hôte et du parasite.

Elle peut s'expliquer par les raisons suivantes :

1° Les larves de *P. caudata* qui apparaissent au printemps forment leur puparium dans le lacis soyeux du nid de Processionnaires. Dans cette position les pupes sont facilement attaquées par divers hyperparasites.

Dans la région de Toulon deux espèces se sont montrées importantes dans ce rôle : *Dibrachys boucheaneus* WALK., Chalcidien très polyphage, parasite grégaire des pupes que nous avons également obtenu de plusieurs autres localités (Landes, Montpellier, Maroc, etc.) et *Habrocytus cucerus* RATZ. (*) autre Ptéromalide, parasite solitaire, qui sort des pupes ramenées au laboratoire au mois d'avril.

2° Les mouches de la génération printanière disposent d'un temps relativement court pour attaquer les chenilles du dernier stade. En 1952 par exemple les premières Tachinaires ont éclos dans la région du Moutchic (Landes de Gascogne) le 18 février, et le maximum des sorties s'est produit vers le 10 mars (**), date à laquelle on a enregistré les premiers enfouissements. En l'absence d'hôtes complémentaires non encore mis en évidence et lorsque les conditions climatiques sont défavorables, la deuxième génération de *Phryxe*, qui apparaîtra à l'automne ne comprendra qu'un petit nombre d'individus. Par contre, ces mouches auront beaucoup plus de facilités pour attaquer les jeunes chenilles grâce à la corrélation entre les sorties de papillons et celles des Tachinaires.

Pour élucider le problème du rôle exact de l'espèce, il serait donc nécessaire, non seulement d'étudier plus à fond la spécificité sous son aspect physiologique et écologique, mais encore de déterminer avec précision le rôle des facteurs du milieu sur le développement comparé de la pupe du parasite et de la chenille du dernier stade de l'hôte.

(INRA. Laboratoire de Biocénotique et de Lutte biologique de La Minière).

(*) Nous devons ces déterminations à M. FERRIÈRE que nous remercions vivement.

(**) Observations de M. RAGOT, qui était à cette époque chargé d'un laboratoire de campagne sous le contrôle de M. GUINAUDEAU, chef de la Station de Recherche forestière de Bordeaux conformément à un programme établi en commun entre l'École forestière et la Station centrale de Zoologie agricole.

BIBLIOGRAPHIE

1920-1921. Baër (W.). — Die Tachinen als Schmarotzer der schädlichen Insekten. (*Zeitschr. f. Angew. Ent.* 6 : 185-246; 7 : 97-163, 349-428).

1955. Biliotti (E.). — Vie endoparasitaire et diapause chez *Phryxe secunda* bb (*C.R. Ac. Sci.* 240 : 915-916).

1955. Biliotti (E.). — Survie des larves endophages de Tachinaires à une mort prématurée de leur hôte par maladie (*C.R. Ac. Sci.* 240 : 1021-1023).

1924-1925. Mercet (R.G.). — Parasitos de la Procesionaria del Pino (*Rev. Fitopatologia* 2/3 : 51-55).

1954. Mesnil (L.). — In Lindner : Die Fliegen des Palaearktischen Region, lief. 179, *Larvaevorinae*, pp. 397-399, Stuttgart.

1910-1912. Pantel (J.). — Recherches sur les Diptères à larves entomobies (*La Cellule* 26 : 27-216; 29 : 7-289).

1950. Schneider (F.). — Die Entwicklung des Syrphidenparasiten *Diplazon fissorius* grav. (*Mitt. Schweiz. Entom. Gessels.* 23 : 155-194).

1916. Smith (H.S.). — An attempt to redefine the host relationships exhibited by entomophagous insects (*Jour. Econ. Ent. IX.* 477.486).

1953. Vago (C.). — La polyédrie de *Thaumetopoea pityocampa* (*Ann. I.N.R.A.*, sér. C, 4e ann. 319-332).

1926. Wilkinson (D.S.). — The Cyprus Processionary Caterpillar (*Thaumetopoea Wilkinsoni* tams.) (*Bull. Ent. Res.* 26 163-182).

BIBLIOGRAPHIE

TRAITÉ DE ZOOLOGIE : Anatomie, Systématique, Biologie (publié sous la direction de **P. P. Grassé**).

Tome XII : **Vertébrés :**
Généralités, Embryologie topographique, Anatomie comparée, Caractéristiques biochimiques,

par P. Brien, R. Cordier, A. Dalcq, Ch. Devillers, M. Florkin, P. Gérard, L. Lison, R. Matthey, Y. Pasteels, J. Piveteau, A. Rochon-Duvigneaud, F. Stéphan.

(1 volume, 1 145 pages, 773 figures, *Masson et Cie*, édit., Paris, 1954).
Prix : broché 9.800 fr., cartonné 10.550 fr.

Avec ce volume, nous sommes heureux de constater que près de la moitié des tomes prévus pour le traité de Zoologie, sont maintenant parus.

Cet important volume sert de prélude aux cinq autres qui sont réservés aux différentes classes de Vertébrés.

Il commence par un bref exposé dans lequel P. Brien et A. Dalcq rappellent les caractères généraux des Vertébrés (peau, système nerveux, corde dorsale, squelette, viscères, etc.) et les principes généraux de leur morphologie et de leur évolution. A. Dalcq et Y. Pasteels exposent ensuite tous les aspects du développement des Vertébrés, depuis la fécondation; la relation existant entre les organes de l'embryon et les feuillets résultant de la gastrulation est largement précisée dans les divers paragraphes; de même la métamérie de la tête et sa régression sont discutées à la lumière des acquisitions que la paléontologie et les études de la morphologie du système nerveux ont apportées.

Le chapitre suivant, rédigé par R. Cordier, nous donne une description très détaillée du système nerveux central; d'excellents schémas trichromes illustrent les principales connexions du nevraxe dans les diverses classes des Vertébrés.

La morphologie comparée de l'œil est exposée par A. Rochon-Duvigneaud. L'étude embryologique de la morphogénèse de l'œil permet de comprendre les rapports existant entre les différentes parties et leur évolution dans les principaux types de Vertébrés terrestres et aquatiques; la physiologie de vision et la structure fine de la rétine sont décrites d'après les connaissances apportées par les plus récents travaux.

R. Cordier et A. Dalcq décrivent dans le chapitre suivant l'organe stato-acoustique; ils révèlent les curieuses étapes de son évolution qui aboutit au perfectionnement étonnant des Vertébrés supérieurs.

L'organe olfactif est étudié par P. Gérard; l'uniformité de la structure histologique de la partie sensorielle y est opposée à la grande variété des différenciations morphologiques présentées par l'organe lui-même suivant la classe, l'ordre, la famille, ou l'espèce que l'on considère.

Le squelette des Vertébrés est l'objet des six chapitres suivants : le problème du crâne, la structure et l'évolution de la colonne vertébrale, les côtes, le sternum, l'origine et l'évolution des nageoires et des membres, les dents, sont traités par J. Piveteau, Ch. Devillers et L. Lison.

La morphologie générale du système circulatoire est décrite avec beaucoup de minutie par F. Stéphan, qui envisage successivement les vaisseaux, les éléments figurés du sang, les tissus formateurs des cellules sanguines, le cœur, les systèmes artériel, veineux et lymphatique.

Le tome s'achève par trois chapitres de plus faible importance traitant des organes uro-génitaux, des chromosomes et des caractères biochimiques des Vertébrés et rédigés respectivement par P. Gérard, R. Matthey et M. Florkin.

La qualité de la présentation et de l'illustration est aussi excellente que dans les précédents volumes, elle permet de suivre sans difficulté les parties les plus complexes des différents exposés. Une bibliographie sommaire figure en fin de chaque chapitre.

Ce livre s'adresse en particulier aux vétérinaires, aux zootechniciens et aux personnes qui s'occupent de l'exploitation et de l'élevage des Vertébrés. En outre, tous ceux qui s'intéressent aux branches si diverses de la Zoologie, liront avec grand profit ce très beau volume qui s'adresse aux personnes qui conservent le besoin de parfaire leur culture et s'émerveillent devant les étapes de l'évolution révélées à la fois par la morphologie et l'anatomie comparées, la paléontologie, l'embryologie descriptive et causale.

G. R.

ÉDITIONS DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

Bulletin analytique.

Le Centre de documentation du C.N.R.S. publie un **Bulletin analytique** dans lequel sont signalés par de courts extraits classés par matières, tous les travaux scientifiques, techniques et philosophiques, publiés dans le monde entier.

Le Centre de documentation du C.N.R.S. fournit également la reproduction sur microfilm ou sur papier des articles signalés dans le *Bulletin analytique* ou des articles dont la référence bibliographique précise lui est fournie.

Abonnement annuel (y compris table générale des *auteurs*) :

	France	Etranger
Deuxième partie (biologie, physiologie, zoologie, agriculture)	6 000 fr.	7 000 fr.
Section IX. — Biochimie, biophysique, sciences pharmaceutiques, toxicologie	1 800 fr.	2 000 fr.
Section X. — Microbiologie, virus et bactériophages, immunologie	1 200 fr.	1 325 fr.
Section XI. — Biologie animale, génétique, biologie végétale	3 300 fr.	3 675 fr.
Section XX . — Agriculture, aliments et industries alimentaires	1 050 fr.	1 300 fr.

Abonnement au centre de documentation du C.N.R.S., 16, rue Pierre-Curie, Paris (V^e^). C.C.P. Paris 9131-62. Tél. DANton 87-20.

Annales de la nutrition et de l'alimentation.

Prix de l'abonnement	1 600 fr.	2 000 fr.

Archives des sciences physiologiques.

Prix de l'abonnement	1 600 fr.	2 000 fr.

Archives de zoologie expérimentale.

Prix de l'abonnement	4 000 fr.	4 500 fr.

N. B. — **Les Presses de la Cité,** 116, rue du Bac, Paris (VI^e^) reçoivent les abonnements et effectuent toutes les ventes par volumes ou fascicules isolés.

Journal des recherches du C.N.R.S.

Revue trimestrielle publiant des articles de recherches faites dans les différents laboratoires du C.N.R.S.

Prix de l'abonnement	1 200 fr.	1 500 fr

Mémoires et documents du Centre de documentation cartographique et géographique.

Tome I	1 500 fr.
Tome II	2 500 fr.
Tome III	4 200 fr.
Tome IV	3 400 fr.

Notes biospéologiques.

Chaque année, il est publié un tome comprenant deux fascicules.

Abonnement annuel	700 fr.	1 000 fr.
Vente par fascicule	400 fr.	550 fr.

PUBLICATIONS NON PÉRIODIQUES

SCIENCES MATHÉMATIQUES, PHYSICO-CHIMIQUES, BIOLOGIQUES ET NATURELLES.

Mlle CAUCHOIS. **Les spectres de rayons X et la structure électronique de la matière** ..... 300 fr.

DUMAS. **Les épreuves sur échantillons** (ouvrage relié plein pellior rouge) ..... 1 000 fr.

DUVAL. **English for the Scientist** ..... 450 fr.

FABRY. **L'ozone atmosphérique** ..... 1 200 fr.

FRANCON (M.). **Le microscope à contraste de phase et le microscope interférentiel** .. 1 000 fr.

FREYMANN. **Spectre infra-rouge et structure moléculaire** ..... 200 fr.

LANGEVIN (P.). **Les œuvres scientifiques** : *Broché* ..... 2 000 fr. *Cartonné* ..... 2 400 fr.

PERRIN (J.). **Les œuvres scientifiques** : *Broché* ..... 1 500 fr. *Cartonné* ..... 1 800 fr.

SURUGUE. **Technique générale du laboratoire de physique.**

Tome I (*première édition épuisée, une deuxième en préparation*).

Tome II. *Broché*.. 1 800 fr. *Cartonné*..... 2 000 fr.

Tome III. *Broché*. 2 700 fr. *Cartonné*..... 3 000 fr.

L'HERITIER. **Les méthodes statistiques dans l'expérimentation biologique** ..... 400 fr.

SERVIGNE, GUERIN DE MONTGAREUIL, PINTA. **Fractionnement chromatographique et dosage de la vitamine A** ..... 350 fr.

TERROINE (E.) **La synthèse protéique** .... 3 200 fr.

VACHER. **Techniques physiques de microanalyse biochimique** ..... 400 fr.

JOURNÉES SCIENTIFIQUES ET RÉUNIONS D'ÉTUDE du centre national de coordination des études et recherches sur la nutrition et l'alimentation

	France	Etranger
Le pain	1 000 fr.	1 100 fr.
Les corps gras alimentaires	1 000 fr.	1 100 fr.
La production du lait	1 200 fr.	1 350 fr.
Le comportement alimentaire et l'appétit	500 fr.	550 fr.
La production de la viande	1 200 fr.	1 350 fr.
Techniques analytiques physiques et chimiques du lait	250 fr.	300 fr.
Nutrition et fonction de reproduction	600 fr.	650 fr.
Physiologie, pathologie, chimie et cythologie des foies gras	1 200 fr.	1 350 fr.
La volaille et l'œuf	1 650 fr.	1 650 fr.
Le lait stérilisé	500 fr.	500 fr.

SERVICE DE LA CARTE PHYTOGÉOGRAPHIQUE.

a) **Carte des groupements végétaux au** 1/20 000.

Carte d'Aix par M. MOLINIER ..... 700 fr.

Carte de Pontarlier *(en préparation)*.

b) **Carte de la végétation de la France** au 1/200 000.

N° 59. **Le Puy,** par J. CARLES (une carte 72 × 106) ..... 700 fr.

N° 71. **Toulouse,** par H. GAUSSEN et P. REY (une carte de 72 × 106) ..... 700 fr.

N° 75. **Antibes,** par OZENDA (une carte 72 × 74) ..... 600 fr.

N° 78. **Perpignan,** par H. GAUSSEN une carte 75 × 106)..... 700 fr.
Vieux Boucau-Mont-de-Marsan... 900 fr.
Alençon *(en préparation).*

BRAUN-BLANQUET (J.). **Les groupements végétaux de la France méditerranéenne**. 1 300 fr.

THIEBAULT (M.-J.). **La flore Libano-syrienne.**
Tome I (édité par l'Institut d'Egypte)..... 1 400 fr.
Tome II (édité par l'Institut d'Egypte)..... *épuisé*
Tome III..... 2 500 fr.

COLLOQUES INTERNATIONAUX.

Sciences mathématiques, physico-chimiques, biologiques et naturelles.

VI ..... **Anti-vitamines** ..... 800 fr
VIII .... **Unités biologiques douées de continuité génétique**..... 1 000 fr.
XIX..... **Absorption et cinétique hétérogène** ..... 2 400 fr.
XX..... **La combustion du carbone**.... 1 800 fr.
XXXII... **Mécanisme physiologique de la sécrétion lactée** ..... 1 200 fr.
XXXIII.. **Écologie** ..... 2 700 fr.
XXXIV... **Structure et physiologie des sociétés animales**..... 2 500 fr.
XLI ..... **Évolution et phylogénie chez les végétaux**..... 2 200 fr.
LI ..... **Physiopathologie du potassium**. 2 000 fr.
LIX..... **Les divisions écologiques du Monde, moyens d'expression, nomenclature et cartographie**. 800 fr.

COLLOQUES NATIONAUX.

4. **Quaternaire et morphologie**..... 450 fr.
6. **L'équilibre hydrominéral de l'organisme et sa régulation**..... 700 fr.
11. **La structure chimique des protéines**... 500 fr.

LE C.N.R.S. ET SES LABORATOIRES

Note documentaire sur le C.N.R.S. (publié par la documentation française)..... 150 fr.
Le laboratoire souterrain de MOULIS..... 230 fr.
Le service de la carte phytogéographique.. 600 fr.

Renseignements et vente au service des Publications du Centre national de la Recherche scientifique, 13, quai Anatole-France, Paris (VII[e]). C. C. P. Paris 9061-11. Tél. INV. 45-95.

Le Centre de Documentation du Centre national de la Recherche Scientifique publie mensuellement un **BULLETIN ANALYTIQUE** dans lequel sont signalés par de courts extraits classés par matières tous les travaux scientifiques, techniques et philosophiques publiés dans le monde entier.

Cette revue bibliographique mensuelle, l'une des plus importantes du monde puisqu'elle signale, chaque année, environ 100 000 articles et mémoires, est scindée en trois parties :

— La première, consacrée aux sciences physico-chimiques et aux techniques connexes ;

— La seconde, aux sciences biologiques, à l'agriculture et aux industries alimentaires ;

— La troisième, à la philosophie.

(Cette dernière partie paraît trimestriellement).

Des **tirages à part** sont mis, en outre, à la disposition des spécialistes.

Le Centre de Documentation du C. N. R. S., fournit également la reproduction photographique sur **microfilm** ou sur **papier** des articles signalés dans le *Bulletin analytique* ou des articles dont la référence bibliographique précise lui est fournie.

Depuis le 1[er] juillet 1954, le **Centre de Documentation du C. N. R. S.** livre également chaque mois, sur microfilm, une **Revue des sommaires des principaux périodiques scientifiques et techniques.**

Une liste des 250 revues photographiées est communiquée sur demande.

Cette revue s'adresse particulièrement aux chercheurs, ingénieurs, techniciens, aux établissements désirant une information extrêmement rapide.

BULLETIN ANALYTIQUE

ABONNEMENT ANNUEL
(Y compris table générale des auteurs)

	France	*Etranger*
Première partie. — Mathématiques, physique, chimie, sciences de l'ingénieur..	6 000	7 000
Deuxième partie. — Biologie, physiologie, zoologie, agriculture	6 000	7 000
Troisième partie. — Philosophie	2 500	3 000

TIRAGES A PART

Première partie.		
Section I .... Mathématiques pures et appliquées. Mécanique. Physique mathématique	1 050	1 300
Section II ... Astronomie et astrophysique. Physique du globe	1 350	1 600
Section III... Généralités sur la physique. Acoustique. Thermodynamique. Chaleur. Optique. Electricité et magnétisme.....	1 800	2 000
Section IV... Physique corpusculaire. Structure de la matière	900	1 150
Section V.... Chimie générale et chimie physique.....	900	1 150
Section VI... Chimie minérale. Chimie organique. Chimie appliquée. Métallurgie.....	3 300	3 675
Section VII.. Sciences de l'ingénieur.	2 250	2 500
Section VIII. Minéralogie. Pétrographie. Géologie. Paléontologie	1 050	1 300
Deuxième partie.		
Section IX .. Biochimie. Biophysique. Sciences pharmacologiques. Toxicologie.....	1 800	2 000
Section X.... Microbiologie. Virus et bactériophages. Immunologie.....	1 200	1 325
Section XI .. Biologie animale. Génétique. Biologie végétale	3 300	3 675
Section XII.. Agriculture. Aliments et industries alimentaires	1 050	1 300
Troisième partie.		
Sociologie.....	1 000	1 200

N.B. — *Les abonnés aux* **Tirages à part** *de la première ou deuxième partie du* Bulletin analytique *peuvent recevoir la* **Table générale des auteurs** *aux conditions suivantes :*

	France	*Etrange*
Première partie.....	600	700
Deuxième partie.....	600	700

REVUE DES SOMMAIRES
des principaux périodiques scientifiques et techniques

	France	*Etranger*
Abonnement annuel ...	6 000	7 000

S'adresser au Secrétariat du
CENTRE DE DOCUMENTATION DU C.N.R.S.
16, rue Pierre-Curie, PARIS (V[e]) - C.C.P. Paris 9131-62.

PUBLICATIONS DE L'INSTITUT PASTEUR

BALACHOWSKY (A. S.). — Les Cochenilles paléarctiques de la tribu des *Diaspidini*. (Mém. Sc. I.P., Paris 1954; 1 vol. 450 p., 108 pl. hors texte). Prix ; 6.000 francs.

IMPRIMERIE NOUVELLE, Paris (1136) *Le Gérant :* G. MORICE
LE FRANÇOIS, Paris (c. o. l. 15-0217). — Dépôt légal : 1956/1[er] ; N° 117 P.